ISSN 0181-1568

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 6 Fascicule 2. 1985

LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12 RUE DE BUFFON, 75005 PARIS



PUBLICATION TRIMESTRIELLE SUBVENTIONNÉE PAR LE CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ABONNEMENTS A CRYPTOGAMIE - ALGOLOGIE

Tome V, 1984

France .... 210 F
Étranger .... 230 F

Tome VI, 1985

France .... 225 F
Étranger .... 250 F

Règlement :

- par virement postal à l'ordre de *Cryptogamie - Revue Algologique*,
- par chèque bancaire établi au même ordre.

adressé à :

Cryptogamie - Algologie
12, rue de Buffon, 75005 Paris
C.C.P. : Paris 14 522 31 T

CRYPTOGAMIE
ALGOLOGIE

TOME 6 FASCICULE 2. 1985

Anciennement REVUE ALGOLOGIQUE
Fondée en 1922 par P. ALLORGE et G. HAMEL
Directeur-Rédacteur : P. BOURRELLY

SOMMAIRE

CRYPTOGAMIE : ALGOLOGIE

Tome VI, fascicule 2, 1985

CONTENTS

QUELQUES REMARQUES SUR LA CLASSIFICATION DES *OSCILLATORIACEAE*

L. HOFFMANN*

RÉSUMÉ. — L'auteur discute la valeur des différents caractères utilisés pour classifier les *Oscillatoriaceae*. Il conclut que la distinction entre *Vaginarieae* et *Lyngbyeae* ne peut pas être maintenue. Trois sous-familles, à savoir *Crinalioideae, Starrioideae* et *Oscillatorioideae* sont proposées pour subdiviser la famille. Les sections *Leibleinia* et *Heteroleibleinia* sont élevées au niveau du genre. Le genre *Plectonema* est mis en synonymie avec le genre *Lyngbya*.

SUMMARY. — The author discusses the taxonomical value of the characters used in the classification of the *Oscillatoriaceae*. He concludes that the distinction between *Vaginarieae* and *Lyngbyeae* cannot be maintained. The three sub-families *Crinalioideae, Starrioideae* and *Oscillatorioideae* are proposed to subdivide the family. The sections *Leibleinia* and *Heteroleibleinia* are elevated on the genus rank. The genus *Plectonema* is put into synonymy with the genus *Lyngbya*.

MOTS CLÉS : Algues, Cyanophycées, Oscillatoriacées, Systématique.

La famille des *Oscillatoriaceae* (nom. cons. prop.; SILVA 1980) comprend les algues bleues filamenteuses, non hétérocystées, sans différenciation d'un poil hyalin et sans vraies ramifications. La faible différenciation morphologique de ces algues fait que la systématique de ce groupe est embrouillée et difficile. D'autre part la variabilité des caractères utilisés n'est pas suffisamment connue. Non seulement les différentes espèces sont mal définies, mais également les délimitations au niveau générique sont floues et il existe des intermédiaires entre la plupart des genres reconnus à l'heure actuelle. En effet, le concept générique est en général trop étroit et les critères utilisés sont souvent instables et variables avec les conditions du milieu.

* Laboratoire de Botanique Systématique, Département de Botanique, Sart Tilman, B. 22, 4000 Liège (Belgique).

Adresse actuelle : Department of Biological Sciences, The Florida State University, Tallahassee, Florida 32306 (U.S.A.).



Nous allons essayer, dans les lignes qui suivent, de donner un aperçu sur l'état actuel de la systématique de ce groupe au niveau générique en discutant la position des genres les plus importants.

HISTORIQUE

Le point de départ nomenclatural de la famille des *Oscillatoriaceae* a été fixé à la monographie de GOMONT (1892-1893) et nous nous limiterons à discuter les concepts de cet auteur et des principaux auteurs qui l'ont suivi.

GOMONT divise la famille en deux tribus, celle des *Vaginarieae* avec plusieurs trichomes par gaine (sauf *Porphyrosiphon*) groupant les genres *Microcoleus, Hydrocoleum, Sirocoleum, Schizothrix, Dasygloea, Porphyrosiphon* et celle des *Lyngbyeae* avec les trichomes isolés groupant les genres *Lyngbya, Plectonema, Phormidium, Trichodesmium, Borzia, Oscillatoria, Arthrospira* et *Spirulina*. Les caractères utilisés pour distinguer les genres sont surtout des caractères de la gaine, le nombre et la disposition des trichomes dans celle-ci.

GEITLER (1930-1932) reconnaît 25 genres en se basant sur les caractères absence ou présence de la gaine, consistance de la gaine, nombre de trichomes par gaine, morphologie du trichome.

DROUET (1968), dans sa révision de la famille, ne considère plus que 6 genres avec 23 espèces au total. Les caractères utilisés pour délimiter les genres sont la présence d'une paroi transversale, la présence de granules le long de la paroi, l'atténuation du trichome, la morphologie de la cellule terminale.

BOURRELLY (1969, 1970) reconnaît 11 genres en se basant sur les critères utilisés par les auteurs classiques. Il réunit notamment les genres *Lyngbya, Phormidium* et *Symploca* d'une part et les genres *Schizothrix* et *Hydrocoleum* d'autre part.

RIPPKA et al. (1979) dans leur section des algues bleues non hétérocystées se divisant seulement dans un plan, considèrent 5 groupes (*Spirulina, Oscillatoria,* LPP groupes A et B, *Pseudanabaena*). Comme caractères ils retiennent la forme du trichome et des cellules, la mobilité du trichome, la présence d'une gaine ferme.

DISCUSSION

A. – SUBDIVISIONS PRINCIPALES DE LA FAMILLE

Le critère principal à utiliser dans la systématique des *Oscillatoriaceae* est le type de section du trichome. Nous distinguons ainsi trois sous-familles, celle des *Crinalioideae* à section plate basée sur le genre *Crinalium*, celle des *Starrioideae* à section triradiée basée sur le genre *Starria* et celle des *Oscillatorioideae* à section circulaire comprenant le reste des *Oscillatoriaceae*.

Subdivision proposée :

1. *Crinalioideae* Hoffmann subf.. nov.

   Trichomata singula, sine heterocystibus, sectione transversa visa haud circulare, sed complanata.

   Typ. : *Crinalium* Crow, Ann. Bot. 41 (161) : 161 (1927).

2. *Starrioideae* Hoffmann subf. nov.

   Trichomata singula, sine heterocystibus, sectione transversa visa triradiata : projectiones latae bracchioideae inter se 120° distantes depressionibus forma litterae «U» sejunctae.

   Typ. : *Starria* Lang, J. Phycol. 13 : 289 (1977).

3. *Oscillatorioideae*

   Trichomata intra vaginam solitaria aut duo vel plura intra vaginam inclusa. Vaginae nullae, tenues vel firmae.

   Typ.: *Oscillatoria* Vauch. ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16 : 198 (1893).

Dans la sous-famille des *Oscillatorioideae*, comme l'a montré le court historique, les caractères les plus importants au niveau générique sont ceux de la gaine, le nombre et la disposition des trichomes dans celle-ci. Classiquement les tribus des *Vaginarieae* et des *Oscillatorieae (= Lyngbyeae)* sont distinguées.

B. – LA TRIBU DES *VAGINARIEAE*

En ce qui concerne la distinction entre les deux tribus des *Vaginarieae* et des *Lyngbyeae*, elle n'est pas nette. En effet, il y a un certain nombre d'espèces appartenant aux *Vaginarieae* qui n'ont, le plus souvent, qu'un seul trichome par gaine. Ainsi pour les genres *Porphyrosiphon* et *Polychlamydum*, BOURRELLY (1970) signale que «la gaine contient le plus souvent un seul trichome, rarement deux». Beaucoup d'espèces de la section *Hypeothrix* du genre *Schizothrix* ne contiennent en général qu'un seul trichome par gaine. Des *Microcoleus*, récoltés dans la nature avec un grand nombre de trichomes par gaine, se retrouvent en culture avec des trichomes isolés. Des filaments de *Vaginarieae* avec des gaines très diffluentes peuvent être confondus avec des *Phormidium*. Le caractère du nombre de trichomes par gaine ne permet donc pas de définir de façon nette les *Vaginarieae* et les *Lyngbyeae*. Ceci a déjà amené GEITLER (1930, p. 202) à écrire : «unter Umständen bleibt es dem Untersucher anheimgestellt, ob er eine neue Art als *Schizothrix* oder als *Lyngbya* oder als *Symploca* auffasst».

A l'intérieur de la tribu des *Vaginarieae* la distribution entre les genres n'est pas nette non plus. Elle est essentiellement quantitative, basée sur le nombre de trichomes par gaine. Comme il n'y a que des différences graduelles entre les genres *Schizothrix*, *Hydrocoleum* et *Microcoleus*, il serait logique de les réunir.

C. – LA TRIBU DES *OSCILLATORIEAE (= LYNGBYEAE)*

Comme pour les *Vaginarieae*, les concepts génériques dans les *Oscillatorieae* sont trop étroits parce qu'il existe des intermédiaires entre la plupart des genres.

Une première subdivision pratiquée traditionnellement est celle en genres sans gaine (*Oscillatoria, Spirulina, Arthrospira*, ...) et en genres avec gaine (*Phormidium, Lyngbya, Symploca*, ...). Avec BOURRELLY (1969, 1970), nous sommes d'avis qu'il n'y a pas de critère suffisamment important pour séparer les genres *Phormidium, Lyngbya* et *Symploca*.

Il faut cependant inclure dans la discussion le genre *Oscillatoria*, qui se distingue de *Lyngbya* s. l. par l'absence de gaine visible. Déjà GOMONT (1888, 1893) avait des doutes sur la validité du caractère absence ou présence de la gaine pour séparer ses deux genres. Ainsi dans sa monographie (GOMONT, 1893, p. 92) il écrit : «Les études biologiques que j'avais entreprises au début de ce travail m'avaient conduit à mettre en doute l'importance de ce caractère (gaine) au point de vue des distinctions génériques et à proposer la réunion en un seul des trois genres *Lyngbya, Phormidium* et *Oscillatoria*». Il maintient cependant les trois genres pour des raisons pratiques. MACCHIATI (1890) et HANSGIRG (1883) proposent de réunir *Lyngbya* et *Oscillatoria*. Ce dernier auteur (HANSGIRG, 1892) inclut *Oscillatoria* avec *Phormidium* dans *Lyngbya* et propose un certain nombre de nouvelles combinaisons d'espèces du genre *Oscillatoria* dans le genre *Lyngbya*. GEITLER (1942, p. 218) écrit : «Die Gattung *(Oscillatoria)* ist durch alle Ubergänge mit *Phormidium, Lyngbya, Spirulina* (Sektion *Arthrospira*) u. a. verbunden».

A plusieurs reprises des gaines ont été mises en évidence chez des *Oscillatoria*. C'est le cas avec GOMONT (1888) chez *Oscillatoria sancta* Kütz. (= *O. caldariorum* Hauck), avec DEMETER (1956) et FOERSTER (1964) chez *Oscillatoria limosa* et avec HÄLLFORS (1984) chez *Oscillatoria princeps*. Des gaines de type *Lyngbya* sont signalées par GEITLER (1932) pour *Oscillatoria agardhii*.

Pour HANSGIRG (1883) la présence d'une gaine dépend de la force du courant et de l'âge du filament. La dernière cause est avancée aussi par BAKER et BOLD (1970). KANN et KOMAREK (1970) ont montré que la gaine est bien développée dans 95 % des filaments de *Phormidium autumnale* si le courant est fort, alors qu'en eau stagnante la gaine est pratiquement absente (90 % des filaments sont sans gaine). Pour FOERSTER (1964) la présence d'une gaine chez *Oscillatoria limosa* dépendrait de la concentration en calcium et magnésium dans le milieu.

Des gaines ont aussi pu être mises en évidence en microscopie électronique, notamment par GIESY (1964) pour *Oscillatoria chalybea*, par JOST (1965) pour *Oscillatoria rubescens*, par HALFEN et CASTENHOLZ (1971) pour *Oscillatoria princeps*. Des gaines ont également été montrées pour des genres proches d'*Oscillatoria*, à savoir par VAN EYKELENBURG (1979) pour *Spirulina platensis*, par HOLMGREN et al. (1971) pour *Spirulina major* et *Arthrospira* sp.

D'après RIPPKA et al. (1979, p. 34) Kelly et Cowie ont montré par des hybridations DNA/DNA qu'il existe un degré élevé d'homologie entre *Oscillatoria prolifera* et des souches de *Phormidium*. Finalement la distinction entre *Lyngbya* s. l. et *Oscillatoria* semble être basée sur un développement plus ou moins

important de la gaine, ce qui ne justifierait pas de maintenir ces genres séparément. Des études en microscopie électronique sont cependant encore nécessaires pour voir s'il y a des *Oscillatoria* qui ne forment jamais de gaine.

En ce qui concerne le genre *Plectonema*, il est placé dans les *Scytonemataceae* par GEITLER (1930-1932) et BOURRELLY (1970) tandis que GOMONT (1892-1893) le place dans les *Oscillatoriaceae*. ELENKIN (1949) en fait même une famille à part.

Récemment STAM (1980) a montré que le caractère de la fausse ramification qui caractérise ce genre est un caractère polyphylétique et qu'il peut seulement être pris en considération au niveau spécifique ou infraspécifique. Des hybridations DNA/DNA ont montré en effet, que des souches de *Plectonema boryanum* ne se distinguent pas de façon significative du point de vue génétique de souches appartenant à *Phormidium foveolarum*.

Des fausses ramifications sont connues aussi chez d'autres genres de la famille des *Oscillatoriaceae*. Ainsi GOMONT (1892-1893) signale des fausses ramifications chez *Symploca thermalis* et *Symploca hydnoides*. Elles sont connues chez *Lyngbya majuscula* (GEITLER, 1942), *Lyngbya aestuarii* (UMEZAKI, 1961; HÄLLFORS, 1984) et chez *Lyngbya subsemiplena* (STARMACH et SIEMINSKA, 1979). D'autre part, il se peut que de gros *Plectonema* soient en réalité des *Scytonema*. Ainsi nous avons trouvé dans la nature un échantillon sans hétérocystes et avec des ramifications doubles que nous avons déterminé comme *Plectonema tomasinianum*; en culture cette même algue, sur un milieu pauvre en nitrates, forme des hétérocystes et est déterminée comme *Scytonema chiastum*. On doit donc se demander s'il existe réellement un *Plectonema tomasinianum* ou s'il ne s'agit que d'une forme non hétérocystée d'un *Scytonema*. De toute manière le genre *Plectonema* ne peut être maintenu et nous l'avons placé dans le genre *Lyngbya* (HOFFMANN, 1985).

D. – ESQUISSE D'UNE CLASSIFICATION DES *OSCILLATORIACEAE*

Comme nous l'avons montré, beaucoup de caractères utilisés jusqu'à présent pour subdiviser la famille des *Oscillatoriaceae* ne sont pas utilisables à cette fin, car ils sont trop variables. Il est cependant trop tôt pour proposer un bouleversement radical des concepts usuels; des études approfondies sur les relations génétiques et donc phylogénétiques entre les différents groupes sont nécessaires avant d'arriver à une classification définitive. Néanmoins, il nous semble indiqué de proposer, en nous limitant aux principaux genres, la subdivision suivante de la famille. Nous faisons cela sous forme d'une clé synoptique ce qui permet en même temps de mettre en évidence une hiérarchie des caractères.

1. Section transversale triradiée . . . . *Starrioideae : Starria*
1. Section transversale aplatie . . . . *Crinalioideae : Crinalium*
1. Section transversale circulaire . . . . *Oscillatorioideae*
    2. Cellules non adjacentes, réunies par un pont . . . . *Pseudanabaena*
    2. Cellules adjacentes

3. Trichomes régulièrement enroulés en hélice . . . . *Spirulina*
3. Trichomes droits ou plus ou moins flexueux
   4. Filaments fixés à la base . . . . *Heteroleibleinia*
   4. Filaments fixés par le milieu . . . . *Leibleinia*
   4. Filaments n'ayant pas les caractères précédents . . . . groupe *Oscillatoria-Lyngbya*

Commentaires :

Spirulina : Dans ce genre, nous incluons le genre *Arthrospira*. Le caractère absence ou présence de cloisons ne semble pas permettre une séparation des deux genres puisque des cloisons ont pu être mises en évidence chez des représentants des deux genres en microscopie électronique (HOLMGREN et al., 1971).

Heteroleibleinia (Geitler) Hoffmann stat. nov.

Basion. : *Lyngbya* Gomont sect. *Heteroleibleinia* Geitler, *Cyanophyceae* in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, 14 : 1029 (1932).

Syn. : *Lyngbya* Gomont sect. *Leibleinia* Hansg., Prodr. Algenfl. Böhmen 2 : 83 (1892).

non *Lyngbya* Gomont subgen. *Leibleinia* Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. 7, 16 : 120 (1892).

Typ. : *Heteroleibleinia rigidula* (Kütz. ex Hansg.) Hoffmann comb. nov.

Basion. : *Lyngbya rigidula* Kütz. ex Hansg., Prodr. Algenfl. Böhmen 2 : 84 (1892).

Le type du genre *Heteroleibleinia* doit être choisi parmi les espèces qui figurent dans la section *Leibleinia* de Hansgirg puisque la section *Heteroleibleinia* de Geitler est un nomen novum choisi par celui-ci à cause de l'existence d'un sous-genre *Leibleinia* Gomont.

HANSGIRG reprend sept espèces dans sa section *Leibleinia*. Parmi ces sept espèces une seule, *Lyngbya martensiana* Menegh., avait été antérieurement incluse dans le genre *Leibleinia* Endlicher et ceci avant le point de départ nomenclatural sous le nom de *Leibleinia martensiana* (Menegh.) Kütz. Cette espèce paraîtrait donc s'imposer comme lectotype de la section *Heteroleibleinia* Geitler. Cependant *Lyngbya martensiana* Menegh. ex Gomont a été mal interprété par HANSGIRG, le *Lyngbya martensiana* sensu HANSGIRG correspondant en fait à *Lyngbya kuetzingii* Schmidle. En raison de l'article 10 du Code International de Nomenclature Botanique (VOSS et al., 1983) l'adoption de *Lyngbya martensiana* Menegh. comme type de la section *Leibleinia* Hansg. (et donc de la section *Heteroleibleinia* Geitler) amènerait à typifier en ultime ressort cette section *Leibleinia* par le type de *Lyngbya martensiana*, c'est-à-dire un matériel ne correspondant nullement au concept de HANSGIRG. De ce fait, il était impérieux de lectotypifier ce genre par le type d'une autre espèce reprise dans le protologue de GEITLER. Les espèces de ce genre se présentent sous forme de filaments fixés par la base et donc polarisés. Elles rappellent ainsi des représentants du genre

Homoeothrix avec lesquels elles peuvent parfois être confondues. Déjà GEITLER (1932, p. 1027) signale que *Heteroleibleinia* peut être considéré comme genre à part.

Leibleinia (Gomont) Hoffmann stat. nov.

Basion. : *Lyngbya* Gomont subgen. *Leibleinia* Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16 : 120 (1892).

non *Lyngbya* Gomont sect. *Leibleinia* Hansg., Prodr. Algenfl. Böhmen 2 : 83 (1892).

Typ. : *Leibleinia baculum* (Gomont) Hoffmann comb. nov.

Basion. : *Lyngbya baculum* Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16 : 123 (1892).

GOMONT cite *Lyngbya sordida* et *L. baculum* comme espèces pour lesquelles Bornet lui a communiqué des dessins faits sur des plantes fraîches. Nous avons finalement choisi *Lyngbya baculum* comme type parce que c'est une espèce décrite par Gomont alors que *Lyngbya sordida* remonte à Zanardini.

Les espèces de ce genre présentent sous forme de filaments fixés par le milieu à leur hôte et avec les deux extrémités libres.

Le groupe *Oscillatoria-Lyngbya*

Comme nous l'avons montré plus haut la distinction entre *Vaginarieae* et *Oscillatorieae*, ainsi que les caractères de la gaine ne nous semblent pas permettre de séparer les genres. Le groupe comprend comme principaux genres *Lyngbya*, *Phormidium*, *Symploca*, *Plectonema*, *Oscillatoria*, *Microcoleus*, *Porphyrosiphon*, *Polychlamydum*, *Hydrocoleum*, *Schizothrix*. Il est donc l'équivalent des groupes LPP et *Oscillatoria* selon la classification de RIPPKA et al. (1979). Il est trop tôt pour proposer une classification de ce vaste groupe et des études supplémentaires sont nécessaires. Comme caractères, pour une subdivision plus fine du groupe, on pourrait envisager la forme des cellules, la constriction et l'atténuation du trichome, la forme de la cellule terminale.

E. – CONCLUSION

Le concept générique dans la famille des *Oscillatorieae* est trop étroit, basé sur des critères instables, variables avec les conditions du milieu. La distinction entre *Vaginarieae* et *Oscillatorieae* (= *Lyngbyeae*) n'est pas nette et ne peut pas être maintenue. Le critère absence ou présence de la gaine ne permet pas non plus de séparer les genres de façon nette. La révision de DROUET (1968) va trop loin et s'est avérée intenable (STAM, 1980) du point de vue générique. En plus l'auteur utilise des caractères variables avec les conditions du milieu comme l'ont montré BAKER et BOLD (1970) et KANN et KOMAREK (1970) pour les granules le long des cloisons. La voie suivie par RIPPKA et al. (1979) nous semble être la plus prometteuse. En effet, il faut se baser dans l'avenir sur des critères stables comme la morphologie du trichome et des cellules pour classer ces algues.

Nous remercions le Dr. V. Demoulin d'avoir bien voulu relire ce manuscrit et pour son aide dans la mise au point de la nomenclature.

BIBLIOGRAPHIE

BAKER, A.F. et BOLD, H.C., 1970 – Taxonomic studies in the *Oscillatoriaceae. Phycological Studies 10, Univ. Texas Publ.* 7004 : 105 p.

BOURRELLY, P., 1969 — Quelques remarques sur la classification des algues bleues : II. *Stigonematales* et *Oscillatoriales. Verh. Internat. Verein. Limnol.* 17 : 757-760.

BOURRELLY, P., 1970 — Les algues d'eau douce. Tome 3 : Algues bleues et rouges; les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. N. Boubée et Cie, éds., Paris, 512 p.

DEMETER, O., 1956 — Ueber Modifikationen bei Cyanophyceen. *Arch. Mikrobiol.* 24 : 105-133.

DROUET, Fr., 1968 — Revision of the classification of the *Oscillatoriaceae*. Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 15, Fulton Press Inc., Lancaster, Pennsylvania, 370 p.

ELENKIN, A.A., 1949 — Sinezelenye Vodoroski SSSR, *Monographia algarum cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus URSS inventarum, pars specialis* II. *Inst. Bot. Acad. Sci. URSS, Moscou et Léningrad*, 985-1908.

FOERSTER, J.W., 1964 — The [redacted] of calcium and magnesium hardness ions to stimulate sheath formation in *Oscillatoria limosa* (Roth) C. Agardh. *Trans. Ann. Microsc. Soc.* 83 : 420-427.

GEITLER, L., 1930-1932 — *Cyanophyceae*. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz 14, 1-288 (1930), 289-672 (1931), 673-1196 (1932).

GEITLER, L., 1942 — *Schizophyta* : Klase *Schizophyceae. In* : ENGLER, A., PRANTL, K., HARMS, H. et MATTFELD, J. : Die Natürlichen Pflanzenfamilien 1b, 232 p.

GIESY, R.M., 1964 — A light and electron microscope study of interlamellar polyglucoside bodies in *Oscillatoria chalybea. Amer. J. Bot.* 51 : 388-396.

GOMONT, M., 1888 — Recherches sur les enveloppes cellulaires des Nostocacées filamenteuses. *Bull. Soc. Bot. France* 35 : 204-236 + pl. III et IV.

GOMONT, M., 1892-1893 — Monographie des Oscillariées. *Ann. Sci. Nat. Bot., sér.* 7, 15 : 263-368 + pl. 6-14 (1892); 16 : 91-264 + pl. 1-7 (1893) (Réédition par J. Cramer, 1962).

HALFEN, L.N. et CASTENHOLZ, R.W., 1971 — Gliding motility in the blue-green alga *Oscillatoria princeps. J. Phycol.* 7 : 133-145.

HÄLLFORS, G., 1984 — Filamentous rock-pool algae in Ivärminne archipelago, S. coast of Finland. *Acta Bot. Fennica* 126 : 1-111.

HANSGIRG, A., 1883 — Bemerkungen über die Bewegungen der Oscillarien. *Bot. Zeitung* 41 : 831-843.

HANSGIRG, A., 1892 — Prodromus der Algenflora von Böhmen. *Zweiter Teil. Arch. Naturwiss. Landesdurchf.* 8 : 1-266.

HOFFMANN, L., 1985 (à paraître) — Les Cyanophycées aériennes et subaériennes du Grand-Duché de Luxembourg. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belgique.*

HOLMGREN, P.R., HOSTETTER, M.P. et SCHOLES, V.E., 1971 — Ultrastructural observation of crosswalls in the blue-green alga *Spirulina major. J. Phycol.* 7 : 309-311.

JOST, M., 1965 — Die Ultrastruktur von *Oscillatoria rubescens* D.C. *Arch. Mikrobiol.* 50 : 211-245.

KANN, E. et KOMAREK, J., 1970 — Systematisch-ökologische Bemerkungen zu den Arten des Formenkreises *Phormidium autumnale*. *Schweiz. Z. Hydrol.* 32 : 495-518.

MACCHIATI, L., 1890 — Sulla *Lyngbya* Borziana sp. nov. e sulla opportunita di riunire le specia dei generi *Oscillaria* e *Lyngbya* in un unico genero. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.* 22 : 40-46.

RIPPKA, R., DERUELLES, J., WATERBURY, J.B., HERDMAN, M. et STANIER, R.Y., 1979 — Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. *J. Gen. Microbiol.* 111 : 1-61.

SILVA, P.C., 1980 — Names of classes and families of living algae. *Regn. Veget.* 103 : 1-156.

STAM, W., 1980 — Relationships between a number of filamentous blue-green algal strains *(Cyanophyceae)* revealed by DNA/DNA hybridization. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 56 *(Algological Studies* 25) : 351-374.

STARMACH K. et SIEMINSKA J., 1979 — Blue-green algae from soil samples at various places in Europe. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 56 *(Algological Studies* 22) : 1-23.

UMEZAKI, I., 1961 — The marine blue-green algae of Japan. *Memoirs of the College of Agriculture* 83 : 149 pp. Kyoto Univ., Kyoto, Japan.

VAN EYKELENBURG, C., 1979 — The ultrastructure of *Spirulina platensis* in relation to temperature and light intensity. *Antonie van Leeuvenhoek Ned. Tijdschr.* 45 : 369-390.

VOSS, E.G. et al., 1983 — International code of botanical nomenclature - adopted by the thirteenth International Botanical Congress, Sydney, August 1981. Regn. Veget. 111 : 15 + 472 p. Bohn, Scheltema et Holkema, Utrecht/Antwerpen, Dr Junk, Publishers, The Hague/Boston.

CONCERNING THE NAMES *SCAGELIA CORALLINA* AND *HETEROSIPHONIA WURDEMANNII* (CERAMIALES, RHODOPHYTA)

Michael J. WYNNE*

SUMMARY. — The names of two species of marine red algae of the order Ceramiales are treated. *Scagelia pylaisaei* (Montagne) comb. nov. is proposed [redacted] the taxonomically and nomenclaturally correct name for the species that has recently been called *Scagelia corallina*. *Callithamnion crispellum* C. Agardh is shown to be an older name available for *Heterosiphonia wurdemannii* (Bail. ex Harv.) Falkenb., and *H. crispella* (C. Ag.) comb. nov. is proposed. *Heterosiphonia crispella* var. *laxa* (Børges.) comb. nov. is also recognized.

RÉSUMÉ. — Les noms de deux espèces de Céramiales marines font l'objet d'une étude critique. Le nom de *Scagelia pylaisaei* (Montagne) comb. nov. est proposé comme seul correct au point de vue taxonomique et nomenclatural pour l'espèce récemment dénommée *Scagelia corallina*. *Callithamnion crispellum* C. Agardh, ayant priorité sur *Heterosiphonia wurdemannii* (Bail. ex Harv.) Falkenb., *H. crispella* (C. Ag.) comb. nov. est proposé. *Heterosiphonia crispella* var. *laxa* (Børges.) comb. nov. est aussi reconnu.

KEY WORDS : Rhodophyta; Ceramiales; *Heterosiphonia crispella* comb. nov.; *Heterosiphonia wurdemannii*; *Scagelia corallina*; *Scagelia pylaisaei* comb. nov.

Scagelia corallina

Problems presently exist in regard to the name of the ceramiacean alga *Scagelia corallina*, which is thought to have a circumboreal distribution (KJELLMAN, 1883, 1890; ZINOVA, 1955; TAYLOR, 1962). Two papers, both published in 1981, were in agreement on the taxonomic opinion that *Antithamnion corallina* should be transferred to *Scagelia* of WOLLASTON (1971). The first of these papers (HANSEN and SCAGEL, 1981, «June 29») made the new combination *Scagelia corallina* but based this transfer on the illegitimate name *Callithamnion corallina* Ruprecht (1851), a later homonym of *Callithamnion corallinum* Lyngbye (1819). According to Article 72, Note 1, of the Interna-

* Herbarium and Division of Biological Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109 - U.S.A.

tional Code of Botanical Nomenclature (VOSS et al., 1983), *Scagelia corallina* Hansen & Scagel can be treated as a new name as of the date of their publication, i. e. June 29, 1981. YOSHIDA (1981, «July») recognized that *Callithamnion corallina* of RUPRECHT was an illegitimate name and thus based his combination of *Scagelia corallina* on *Antithamnion corallina* Kjellman (1877), which, again according to Article 72, Note 1, of the Code, can be treated as a new name of KJELLMAN. However, Yoshida's combination has been preempted by the earlier appearance of the usage by HANSEN and SCAGEL. So this name *S. corallina* (Kjellman) Yoshida is a later homonym of *S. corallina* Hansen & Scagel. This note attempts to resolve this problem.

HANSEN and SCAGEL (1981) included a list of taxonomic synonyms of their *Scagelia corallina*, one of these being *Callithamnion lapponicum* Ruprecht (1851). This would appear to be the oldest available name for this taxon. But in their discussion HANSEN and SCAGEL called attention to another possible synonym, namely, *Callithamnion pylaisaei* Montagne (1837), which was described from Newfoundland. In fact, SOUTH (1984) has recently treated *Antithamnion pylaisaei* (Mont.) Kjellm. as a taxonomic synonym of *Scagelia corallina*. An important point is that Montagne's name *Callithamnion pylaisaei* predates all these other names. So it was decided to investigate *Callithamnion pylaisaei* to determine whether it is a taxonomic synonym of *Scagelia corallina*. If it were not a taxonomic synonym, then *Callithamnion lapponicum* Ruprecht would become available.

In the original description of *Callithamnion pylaisaei* Montagne (1837) referred to the branches as being unequal and to the decussate or tetrastichous arrangement of the branches. Although MONTAGNE did not illustrate his alga, KÜTZING (1861) did depict this species and indicated that his figures were based on material sent to him by Montagne. KÜTZING's plate 90, fig. g, is informative in that it shows that there are at least three whorl-branches arising from a segment. The figure of the habit also gives the strong impression of an axis in which whorl-branches are arranged as in *Scagelia* rather than the opposite arrangement typical of *Antithamnion sensu stricto* of WOLLASTON (1971). This would also explain MONTAGNE's reference to their decussate and tetrastichous pattern. Furthermore, the unequal size of their whorl-branches conforms to this trait in *Scagelia*. Both HARVEY (1853) and TAYLOR (1962) stated that the pinnules in *Antithamnion pylaisaei* taper to an acute point and that these pinnules are compoundly branched, as figured by HARVEY (1853, pl. 36B).

Material that has been identified as *Antithamnion (Callithamnion) pylaisaei* has been distributed as No. 155 in Algae Exsicc. Am. Bot., as No. 97 in Phyc. Bor.-Am., and as No. 199 and No. 200 in Algae Terrae Novae. No. 200 is labeled as having the winter morphology and has the short, subulate, whorl-branches typical of *A. pylaisaei*. No. 199, on the other hand, is labeled as having the summer «*A. boreale*» morphology and has the long, flexuous whorl-branches also present in *A. americanum*. Specimens of these exsiccatae present in MICH have been examined as well as additional collections* made in Newfoundland

and identifiable as *Antithamnion pylaisaei*. The morphological characteristics expressed in these collections identified as *Antithamnion pylaisaei* (Fig. 1) are generally in agreement with those of *Scagelia corallina* as depicted by KJELLMAN (1883), HANSEN and SCAGEL (1981), and YOSHIDA (1981).

RUPRECHT (1851), in describing his *Callithamnion corallina* from Dshukdshandra, Okhotsk Sea, referred to the whorl-branches as being arranged both in an opposite and verticillate arrangement on the main axes. These branches were described as awl-shaped and as presenting a thick and bushy appearance in the upper parts of the plants, although the plants were not stiff. KJELLMAN (1883) also depicted *f. corallina* (of *Antithamnion boreale*) as having the whorl-branches in fours from the segments of the main axes, and he reported that this form has its branch systems crowded into dense fascicles in the upper parts of the plant. Gland cells were not mentioned, but a «strong tendency» of *A. boreale* toward *A. pylaisaei* was pointed out.

LUND (1959) recognized *Antithamnion boreale*, which he said was connected by intermediate stages to f. *corallina*. The whorl-branches in *A. boreale* were in opposite pairs but «not infrequently» in whorls of three, whereas the axes of *f. corallina* had a partly verticillate arrangement of whorl-branches in threes and with dense fascicles at the tips of the main axes.

SOUTH (1984), referring to unpublished observations of Whittick, stated that complete morphological intergradations exist between *A. corallina*, *A. americanum* and *A. pylaisaei sensu* Taylor (1962), causing him to treat these several species as within the concept of *Scagelia corallina*. Earlier workers have long pointed out problems in separating these species. FARLOW (1881) reported that transitional forms exist between typical *A. pylaisaei* and typical *A. americanum*. Usually the whorl-branches of *A. pylaisaei* are short and thick, with the final divisions broadly subulate, whereas the whorl-branches of *A. americanum* are long, slender, and flexuous, as figured by HARVEY (1853). FOSLIE (1890) stated that he found it very difficult to distinguish *A. boreale* and *A. pylaisaei*. By culturing experiments SUNDENE (1962) demonstrated the polymorphic nature of *A. boreale*; he concluded by recognizing *corallina* as a variety of *A. boreale*. LUND (1959) had earlier admitted that «intermediate stages» connect these two forms.

Next, there is the need to discuss the relationship of *Antithamnion occidentalis*, described by KYLIN (1925) from Friday Harbor, Washington, to the «*Scagelia corallina*» complex. To supplement the observations of other authors, I have examined collections** in MICH coming from the vicinity of Friday Harbor (Fig. 2).

* Wynne 6335, legit J. Kain, 15.viii.1982, east side of Swale Island, Newman Sound, Terra Nova National Park, Newfoundland, Canada; male. Wynne 6357, legit J. Kain & D. Keats, 14.viii.1982, Seal Island, near Swale Island, Newman Sound, Terra Nova National Park, Newfoundland, Canada.

** Wynne 2801, legit P. Lebednik & T. Mumford, 26.vi.1970, Minnesota Reef, San Juan Island, Washington, U.S.A.; male, female, tetrasporic. Wynne 4782, legit M. Wynne, 25.vi.1978, Eagle Cove, San Juan Island, Washington, U.S.A.; male, female. Wynne 4938, legit M. Wynne, 19.vii.1978, Smith Island, south of San Juan Island, Washington, U.S.A.; male, female.

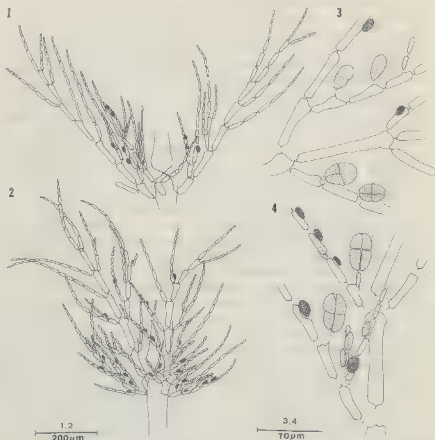


Fig. 1-4. – *Scagelia pylaisaei.* Fig. 1 : *Camera lucida* drawing of a single segment bearing three whorl-branches in a collection from Newfoundland (MW6335). Gland cells (in black) are borne on the lateral face of a single cell. Fig. 2 : Comparable view in a collection from Washington (MW 4938). Fig. 3 : Portion of a whorl-branch bearing tetrasporangia in a collection from Newfoundland (MW6357). Fig. 4 : Portion of a whorl-branch bearing tetrasporangia, sporangial primordia, and gland cells in a collection from Washington (MW 2801).

HANSEN and SCAGEL (1981) chose to recognize Kylin's *Antithamnion occidentalis* as a variety of their *Scagelia corallina*, differentiating it on the relatively greater abundance of gland cells in the variety. The question then is how variable is the presence of gland cells in Atlantic material of these related taxa. LUND (1959) has observed that gland cells can be extremely common in individuals, particularly older ones, of *A. boreale*, although they were lacking or scarce in others. He concluded that the relative abundance of gland cells is

highly variable and cannot serve to distinguish any of these forms. In my examination of four collections from Newfoundland (*Alg. Terrae Novae* # 199 & # 200; Wynne 6335 & 6357) I have found gland cells to be present in fair abundance in specimens from all four collections (Fig. 1). In some older-appearing thalli (Wynne 6357) the gland cells are especially abundant and conspicuous. They are invariably present [redacted] lateral to a single vegetative cell of a whorl-branch in all of the material examined. YOSHIDA (1981) showed that gland cells can occur in great abundance in his *Scagelia corallina* (his fig. 10); they also are formed laterally on a single cell of the whorl-branches. The conclusion from these observations is that the presence or absence of gland cells and their relative abundance cannot serve as a useful trait in differentiating these Atlantic and Pacific populations of this alga.

YOSHIDA (1981) chose to retain his *Scagelia corallina* as distinct from *S. occidentalis* on the basis of the large axial cells and the bigger tetrasporangia in the former species. He gave measurements of 50-60 μm in diam. and 780-100 μm in length for the tetrasporangia in the Japanese *S. corallina*. For *A. occidentalis* from Washington (Wynne 2801) tetrasporangia average 36-40 μm in diam. and 54-62 μm in length (Fig. 4). For the Newfoundland *A. pylaisaei* (MW 6357) tetrasporangia measure 38-42 μm in diam. and 44-50 μm in length (Fig. 3). Axial cells in the Washington *S. occidentalis* were found to be in the range of 120-140 μm wide (for mature cells of the main axes), whereas comparable cells in the Newfoundland *A. pylaisaei* were observed to be 140-160 μm wide for the winter collection (# 200) but only 70-80 μm wide for the summer collection (# 199). YOSHIDA (1981) gave the width of the axial cells in his material as simple «up to 300 μm». It is not clear what the average figures are for the width of axial cells.

After this survey of descriptive accounts of these related taxa from both the North Atlantic and the North Pacific, supplemented by an examination of representative collections of the various forms, in particular from Newfoundland and Friday Harbor, Washington, it is my conclusion that *Callithamnion pylaisaei* Montagne (1837) should be transferred to *Scagelia*. On the basis of the variability observed in the various morphological features it appears highly reasonable to treat *Callithamnion corallina* Rupr., *C. lapponicum* Rupr., *C. americanum* Harv., *Antithamnion boreale* (Gobi) Kjellm., and *A. occidentalis* Kyl. as taxonomic synonyms of *Scagelia pylaisaei*. The following combination is therefore proposed :

Scagelia pylaisaei (Montagne) comb. nov.
Basionym : *Callithamnion Pylaisaei* Montagne, 1837, p. 351

Heterosiphonia wurdemannii

Heterosiphonia wurdemannii (Bail. ex Harv.) Falkenb., in its two varietal forms var. *wurdemannii* and var. *laxa* Børges., is now recognized to have a wide distribution in tropical seas throughout the world. First described from

Key West, Florida (U.S.A.) by HARVEY (1853), this species was later recognized to occur through the Caribbean (BØRGESEN, 1919; TAYLOR, 1960; NORRIS and BUCHER, 1982) southward to Brazil (JOLY, 1965) and in Pacific Mexico southward to the Galapagos (DAWSON, 1963). In the eastern Atlantic it has been recorded from the Canary Islands (BØRGESEN, 1930) and Salvage Islands (WEISSCHER, 1982), northwestern Africa (DANGEARD, 1949, 1952) southward to tropical West Africa (LAWSON and JOHN, 1982) and Angola (JOHN et al. 1981). It is also present throughout the Mediterranean Sea : western (RODRIGUEZ, 1889; FELDMANN, 1942), central (ZANARDINI, 1866; FUNK, 1927; GIACCONE and LONGO, 1976; COPPEJANS, 1983), and eastern (DOR, 1961). Its distribution extends into the Red Sea (NASR, 1947) and the Indian Ocean on the east coast of Africa (JAASUND, 1976). It is also known in the South Pacific (WEBER-VAN BOSSE, 1923; DAWSON, 1956, 1959; WOMERSLEY and BAILEY, 1970; CRIBB, 1983).

The name *Callithamnion crispellum* C. Ag. has often appeared in the literature as a taxonomic synonym of *Heterosiphonia wurdemannii*, e. g., in J. AGARDH (1863), ZANARDINI (1866), (MAZÉ and SCHRAMM, 1870-1877), ARDISSONE (1878, 1883), HAUCK (1885), DeTONI (1903), and COUPIN (1921). HOWE (1920) listed it as a synonym with a query. This species was described by C. AGARDH (1828) on the basis of a specimen sent to him by the Spanish botanist Antonio N. Cabrera (1763-1827) (PARDO, 1925) from near «Gades» (= Cadiz, southwestern Spain). J. AGARDH (1841) first regarded the senior Agardh's *C. crispellum* as an unfamiliar form of *Dasya arbuscula* (= *Dasya hutchinsiae* Harv. in Hook.) but admitted that its status was uncertain in the absence of fertile material. Subsequently, J. AGARDH (1863) stated that *C. crispellum* was actually *Dasya wurdemannii*, indicating that he had examined the type specimen. Since C. AGARDH's (1828) name predates HARVEY's (1853) name by 25 years, it seems strange that apparently no one has adopted the name with priority for this widely spread species, if indeed they are taxonomic synonyms.

Through the kindness of Per Lassen of the Botanical Museum, Lund University, it was possible to receive on loan the holotype of C. Agardh's *Callithamnion crispellum*, which is No. 44225 in the Agardhian Herbarium (LD). The packet has incribed on it : «Ceramium crispellum» as well as the word «Hutchinsia» scratched out. The only other words on it are «Cabrera» (the collector) and (somewhat illegibly) «artic striat». These latter words correspond to two words in Agardh's description, «articulis» and «striatis». This material, although scant, was examined and determined to consist of polysiphonous main axes comprised of five pericentral cells per segment and lacking cortication. The main axes are 107-120 μm wide, and individual segments are about 125-140 μm long. The ramelli are arranged alternately and bilaterally from every second segment of a main axis. Only the basal cell of each ramellus is polysiphonous.

The densely branched ramelli give the axes a squarrose appearance, a descriptive term that has often been applied not only to *Heterosiphonia wurdemannii* but also to some species of *Dasya* which resemble *H. wurdemannii*.

HARVEY (1853) remarked that *H. wurdemannii* can resemble «weak-growing forms» of *D. hutchinsiae*. DeTONI (1903) and HOWE (1920) pointed out that *H. wurdemannii* can easily be confused for *D. hutchinsiae* and *D. rigidula*. Also, the distributions of these several species overlap to a large extent (Spain, France, and the Mediterranean)*. So it is important to be certain of the identity of *Callithamnion crispellum*. The features present in the holotype of *C. crispellum* have been referred to above. They include the produciton of at least two segments to the sympodial main axis in each branch system (in contrast to a single segment in *Dasya*) and the alternate, distichous arrangement of the ramelli on both sides of the main axis, also characteristic of *Heterosiphonia* (BØRGESEN, 1919). Coupled with these features, the absence of cortication indicates that this holotype of *Callithamnion crispellum* C. Ag. is identical to *Heterosiphonia wurdemannii*.

Accordingly, the following transfer is proposed :

Heterosiphonia crispella (C. Agardh) comb. nov.
Basionym : *Callithamnion crispellum* C. Agardh, 1828, p. 183.

The variety *laxa* has been generally recognized in this species.

Heterosiphonia crispella var. *laxa* (Børges.) comb. nov.
Basionym : *Heterosiphonia wurdemannii* var. *laxa* Børgesen, 1919, p. 327, fig. 327-328.

DAWSON (1963) discussed the possibility that this variety might represent a distinct species. He also pointed out that the name *H. laxa* Kylin (KYLIN, 1925) already exists. Some workers have discussed their opinion that the squarrose form with four to six pericentral cells per segment (var. *wurdemannii*) tends to occur in shallow, exposed sites, whereas the soft, slender form with only four pericentral cells per segment (var. *laxa*) tends to be from deep water (FALKENBERG, 1901; BØRGESEN, 1919; NASR, 1947).

BIBLIOGRAPHY

AGARDH, C.A., 1828 — Species algarum. Vol. 2. Gryphiae. lxxvi + 189 pp.

AGARDH, J.G., 1841 — In historiam algarum symbolae. *Linnaea*, 15, pp. 1-50, 443-457.

AGARDH, J.G., 1863 — *Species genera et ordines algarum*... Vol. 2 (3:2), Lund, pp. 787-1291.

ARDISSONE, F., 1878 — Studi sulle alghe italiche della famiglia della Rodomelacee. *Atti Crittogam, Ital.*, 1 : 41-159, 4 pl.

* Interestingly, one fairly recent floristic account of the shoreline near Cadiz (SEOANE-CAMBA, 1965) did not list *Heterosiphonia wurdemannii, Dasya rigidula*, or *D. hutchinsiae*.

ARDISSONE, F., 1883 — *Phycologia Mediterranea*. Vol. 1. Varese. X + 516 pp.

BØRGESEN, F., 1919 — The marine algae of the Danish West Indies. Part III. Rhodophyceae (5). *Dansk Bot. Arkiv*, 3 (1e), 305-368.

BØRGESEN, F., 1930 — Marine algae from the Canary Islands. . . III. Rhodophyceae. Part III Ceramiales. *K. Danske Vidensk. Selskab. Biol. Meddel.* 9 (1), 159 pp.

CRIBB, A.B., 1983 — *Marine algae of the southern Great Barrier Reef*. Part 1. Rhodophyta. 175 pp. 71 pl. Australian Coral Reef Society, Brisbane.

COPPEJANS, E., 1983 — Iconographie d'algues Méditerranéennes. Bibliotheca Phycologica 63 : xxviii + 317 pl.

COUPIN, H., 1921 — Album général des Cryptogames. Les algues du globe. 284 pl., E. Orlhac, Paris.

DANGEARD, P., 1949 — Les algues marines de la côte occidentale du Maroc. *Botaniste*, 34 : 89-189.

DANGEARD, P., 1952 — Algues de la presqu'île du Cap-Vert (Dakar) et de ses environs. *Botaniste* 36 : 195-329.

DAWSON, E.Y., 1956 — Some marine algae of the Southern Marshall Islands. *Pacif. Sci.* 10 : 25-66.

DAWSON, E.Y., 1959 — Changes in Palmyra Atoll and its vegetation through the activities of man, 1913-1958. *Pacif. Naturalist*, 1 : 51 pp.

DAWSON, E.Y., 1963 — Marine red algae of Pacific Mexico. Part 8. Ceramiales : Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedw.* 6 : 401-481, 46 pl.

DE TONI, J.B., 1903 — *Sylloge Algarum*... Vol. 4. Florideae, Sect. 3. Padua. Pp. 775-1525.

DOR, I., 1961 — Quelques Rhodophycées dorsiventrales et bilatérales des côtes israeliennes. *Bull. Res. Council Israel*, Sect. D : Botany, 10 : 37-53.

FALKENBERG, P., 1901 — Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. *Zool. Stat. Neapel*, 26, xvi + 754 pp., 24 pl.

FARLOW, W.G., 1881 — *The marine Algae of New England*. Rep. U. S. Comm. Fish and Fisheries for 1879, Appendix A-1 : 210 pp. 15 pl.

FELDMANN, J., 1942 — Les Algues Marines de la Côte des Albères. IV. Rhodophycées. Paris. Pp. 199-306, (283-306), 307-372.

FOSLIE, M., 1890 — Contribution to knowledge of the marine algae of Norway. I. East-Finmarken. *Tromsø Mus. Aarsh.* 13 : 1-186, 3 pl.

FUNK, G., 1927 — Die Algenvegetation des Golfes von Neapel... *Pubbl. Stazione Zoolog. Napoli*, 7 (Suppl.) : 507 pp., 20 pl.

GIACCONE, G. and LONGO, L.R., 1976 — A revised check-list of Strait of Messine marine flora (with historical, bionomical and chorological notes). *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, N.S., 6 (3) : 69-123.

HANSEN, G.I., and SCAGEL, R.F., 1981 — A morphological study of *Antithamnion boreale* (Gobi) Kjellman and its relationship to the genus *Scagelia* Wollaston (Ceramiales, Rhodophyta). *Bull. Torrey Bot. Club.* 108 : 205-212.

HARVEY, W.H., 1853 — Nereis Boreali-Americana. II, Rhodospermae. *Smithsonian Contrib. Knowledge* 5 (5) : 1-258, pl. 13-36.

HAUCK, F., 1885 — Die Meeresalgen. *In* : *Kryptogamen-Flora* (L. Rabenhorst, ed.) xxiii + 575 pp., 5 pl.

HOWE, M.A., 1920 — Algae, pp. 553-618. *In* : Britton, N.L. and Millspaugh, C.F., *The Bahama Flora*, vii + 695 pp. New York.

JAASUND, E., 1976 – *Intertidal Seaweeds in Tanzania.* Univ. of Tromso, Norway. (3) + 160 pp.

JOLY, A.B., 1965 – Flora marinha do litoral norte do estado de Sao Paulo e regioes circunizinhas. *Boletim Fac. Fil, Cienc. & Letras, Univ. Sao Paulo, Botanica* 21 : 393 pp.

JOHN, D.M., LAWSON, G.W., and PRICE, J.H., 1981 – Preliminary results from a recent survey of the marine algal flora of Angola (southwestern Africa). *Proc. Intern. Seaweed Symp.* 8 : 367-371.

KJELLMAN, F.R., 1877 – Über die Algenvegetation des Murmanischen Meeres und der Westküste von Nowaja Semlja und Wajgatsch. *Nova Acta regiae Soc. Sci. Upsal.*, Ser. 3, 85 pp., 1 pl.

KJELLMAN, F.R., 1883 – The algae of the Arctic Sea... *K. Sv. Vet.-Akad. Handl.* 20 (5) : 350 + 1 pp.

KJELLMAN, F.R., 1890 – Über die Beziehung der Flora des Bering-Meeres zu der des Ochotskischen Meeres. *Bot. Centralbl.* 41 : 167-170, 198-199.

KÜTZING, F.T., 1961 – *Tabulae phycologicae...* Vol. 11, Nordhausen, 32 pp., 100 pl.

KYLIN, H., 1925 – The marine red algae in the vicinity of the Biological Station [redacted] Friday Harbor, Wash. *Lunds Univ. Arsskr.*, Avd. 2, 21 (9) : 1-87.

LAWSON, G.W. and JOHN, D.M., 1982 – The marine algae and coastal environment of tropical West Africa. *Beih. Nova Hedw.* 70 : 455 pp.

LUNDS, S., 1959 – The marine algae of East Greenland. I. Taxonomical part. *Medd. Grönland* 156 : 1-247.

LYNGBYE, H.C., 1819 – *Tentamen Hydrophytologiae Danicae...* Hafniae. xxxii + 248 pp., 70 pl.

MONTAGNE, (J.F.) C., 1837 – Centurie de plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Ann. Sci. Naturelles.* Paris, Ser. 2, 8 : 345-370.

MAZÉ, H., and SCHRAMM, A., 1870-1877 (Reprinted 1905). – *Algues de la Guadeloupe.* Basse-Terre. xix + 283 + 3 pp. (Facsimile-Edition, Ed. W. Junk, Berlin).

NASR, A.H., 1947 – Synopsis of the marine algae of the Egyptian Red Sea coast. *Bull. Fac. Sci. Egypt. Univ.*, No. 26, 155 pp.

NORRIS, J.N. and BUCHER, K.E., 1982 – Marine algae and seagrasses from Carrie Bow Cay, Belize. *Smithsonian Contrib. Mar. Sci.* 12 : 167-223.

PARDO, L., 1925 – Breve noticia histórica del ficólogo español D. Antonio Cabrera. *Nuova Notarisia* 36 : 109-116.

RODRIGUEZ, J.J., 1889 – Algas de las Baleares. *Anal Soc. Esp. Hist. Nat.* 18 : 199-274.

RUPRECHT, F.J., 1851 – *Tange des Ochotskischen Meeres. Middendorff's sibirische Reise.* Vol. 1 (2), Lief 2, pp. 193-435.

SEOANE-CAMBA, J., 1965 – Estudios sobre las algas bentónicas en la costa sur de la Peninsula Iberica (litoral de Cadiz). *Invest. Pesq.* (Barcelona), 29 : 3-216.

SOUTH, G.R., 1984 – A checklist of marine algae of eastern Canada, second revision. *Can. J. Bot.*, 62 : 680-704.

SUNDENE, O., 1962 – Reproduction and morphology in strains of *Antithamnion boreale* originating from Spitsbergen and Scandinavia. *Norske Vidensk.-Akad. Oslo I. Mat.-Naturv. Klasse.* Ny Ser. 5, 19 pp., 3 pl.

TAYLOR, W.R., 1960 – *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coast of the Americas.* Univ. Michigan Press, Ann Arbor. ix + 870 pp.

TAYLOR, W.R., 1962 – *Marine Algae of the Northern Coast of North America.* Ed. 2,

2nd printing, with corrections. Univ. Michigan Press. Ann Arbor. ix + 509 pp.

VOSS, E.G., et al. (Eds.), 1983 — International Code of Botanical Nomenclature. *Regnum veget.* 111, Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht. xv + 472 pp.

WEBER-VAN BOSSE, A., 1923 — Liste des algues du Siboga. III. Rhodophyceae. Part 2 : Ceramiales. *Siboga-Exped.*, Monog. 59c, pp. 311-392, pl. 9, 10.

WEISSCHER, F.C.M., 1982 — Marine algae from Ilhéu de Flora (Salvage Islands). *Bol. Museu Municipal Funchal*, No. XXXIV, Art. 144, pp. 23-34.

WOLLASTON, E.M., 1971 — *Antithamnion* and related genera occurring on the Pacific coast of North America. *Syesis* 4 : 73-92.

WOMERSLEY, H.B.S., and BAILEY, A., 1970 — Marine algae of the Solomon Islands. *Philo. Trans. R. Soc. London*, B. Biological Sci. 259 : 257-352.

YOSHIDA, T., 1981 — Observations on *Antithamnion miharae* Tokida and *A. corallina* Kjellman (Rhodophyta, Ceramiales) from the east coast of Hokkaido, Japan. *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, Ser. 5, 12 (3) : 173-182.

ZANARDINI, G., 1866 — Scelta di ficee nuove o piu rare dei mari Mediterraneo ed Adriatico. *Mem. R. Istit. Veneto Sci., Lett. & Art.*, 13 : 401-434.

ZINOVA, A.D., 1955 — (Classification of the red algae from the northern seas of the U.S.S.R.) Komarov Botan. Inst., Acad. of Sci. of U.S.S.R., 219 + (1) pp. (In Russian).

INTRODUCTION D'UNE ESPÈCE FOLIACÉE DE *GRATELOUPIA* DANS LA FLORE MARINE DE L'ÉTANG DE THAU (HÉRAULT, FRANCE)

R. RIOUALL*, M.D. GUIRY** et L. CODOMIER***

RÉSUMÉ. – *Grateloupia doryphora* (Montagne) Howe est d'introduction récente dans l'étang de Thau (Hérault, France). Le lieu d'origine de cette espèce est discuté.

ABSTRACT. – *Grateloupia doryphora* is recorded for the first time in the lagoon of Thau (Hérault, France). The origin of the species is discussed.

MOTS CLÉS : *Grateloupia doryphora*, introduction espèce nouvelle, étang de Thau, France.

INTRODUCTION

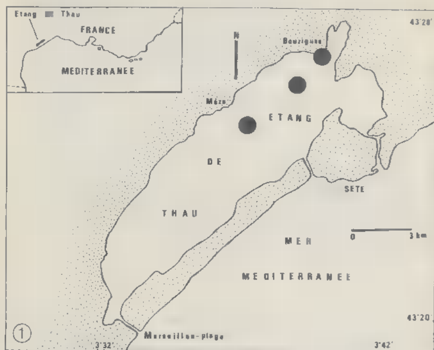
Les travaux concernant la flore algale macrophytique de l'étang de Thau (Pl. I) sont peu nombreux. Exception faite d'une liste d'algues dressée par FLAHAULT (1905) les recherches relatives à cet étang concernent quelques genres ou espèces (VALET, 1958, 1960 a et b; DUBOIS, 1960, 1969; LAURET, 1967, 1970). Les recherches floristiques engagées sur cette lagune, depuis 1974, montrent que certaines espèces ont été introduites tout récemment (PEREZ et al., 1981; VERLAQUE, 1981; CRITCHLEY et al., 1983; RIOUALL, 1985). C'est ainsi que nous avons observé dans l'étang de Thau, à partir de 1982, la présence d'une Rhodophycée foliacée qui appartient au genre *Grateloupia*. Les *Grateloupia* à thalles foliacés ont été décrits sous plusieurs noms qui seraient conspécifiques du *G. doryphora* (DAWSON et al., 1964; ARDRÉ et GAYRAL,

* Laboratoire de Cryptogamie, Institut de Botanique - 163, rue Auguste Broussonnet - 34000 Montpellier, France.

** Department of Botany, University College, Galway, Ireland.

*** Groupe de Recherches en Biologie et Chimie des Végétaux Marins - Université de Perpignan - 66025 Perpignan Cédex France.

1961). C'est à cette espèce que nous rapportons ce *Grateloupia* nouveau pour l'étang de Thau.



Pl. 1. — Localisation de *Grateloupia doryphora* dans l'étang de Thau (cercles noirs).

DESCRIPTION

Grateloupia dorypbora (Montagne) Howe

Références : *Halymenia ? doryphora* Montagne (1839), p. 21
Halymenia lanceola J. Agardh (1841), p. 19
Grateloupia lanceola (J. Agardh) J. Agardh (1851), p. 182
Grateloupia doryphora (Montagne) Howe (1914), p. 169.

Cette algue dont la structure a été bien étudiée par ARDRÉ et GAYRAL (*o. c.* sous le nom de *G. lanceola*) se présente sous la forme de thalles de consistance cartilagineuse, rouge foncé, de 20 à 60 cm de longueur pour une largeur de 1 à 15 cm, fixés à une partie basale discoïde par un stipe réduit. La morphologie est variable. Certains thalles possèdent une lame étroite (1 à 2 cm), spiralée, à bords peu découpés, avec de rares proliférations marginales (Pl. 2). D'autres thalles montrent une lame plus large (5 cm), à bords dentelés avec de nom-



breuses proliférations qui peuvent donner naissance à d'autres lames pouvant encore proliférer, conférant ainsi à la plante une morphologie assez complexe (Pl. 3). Enfin, les thalles peuvent être découpés en un certain nombre de lanières plus ou moins étroites mais peu prolifères (Pl. 4).

Sur une coupe transversale d'une lame principale (Pl. 5), on observe de l'extérieur vers l'intérieur une région corticale avec une ou deux assises de petites cellules ovoïdes (5-8 µm x 2 µm) disposées en séries anticlinales, suivies de deux à six assises de cellules de taille plus importante (10 µm x 5 µm) de forme plus ou moins étoilée. Au centre se trouve la région médullaire, très développée, occupée par des filaments septés, lâches, enchevêtrés (Pl. 5a), d'épaisseur 5,5 µm.

L'épaisseur du thalle varie. La lame principale est relativement plus épaisse (400 µm) que les folioles latérales (250 µm). La médulla occupe les 3/5 de l'épaisseur du thalle.

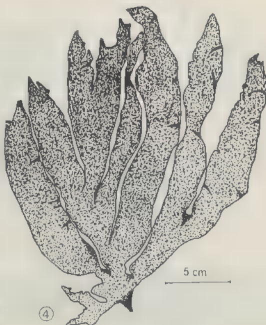
Le stipe, en coupe transversale, montre les mêmes zones mais il faut noter la présence au niveau de la zone corticale d'une vingtaine d'assises de petites cellules disposées en séries anticlinales et une plus grande densité des filaments médullaires (Pl. 5b).

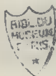
Grateloupia doryphora peut être observé de février à octobre. Les tétrasporocystes de type crucié mesurent 12-19 µm x 25-41 µm; ils sont dispersés juste sous la première assise corticale. Les gonimoblastes sans péricarpe sont situés dans la région sous corticale du thalle. Les carpospores ovoïdes mesurent 14-18 µm x 8-14 µm. Les gonimoblastes et les tétrasporocystes ont été observés en septembre.

BIOLOGIE

Dans l'Atlantique et le Pacifique, cette espèce vit dans les milieux superficiels, dans des stations abritées (étangs peu profonds, ports) ou moyennement exposées à l'action des vagues (ABBOTT et HOLLENBERG, 1976; IRVINE, 1983). Elle tolère des conditions d'eutrophisation très poussées et GAYRAL


5 cm
③


5 cm
④



(1958) la signale «particulièrement luxuriante près des villes, au voisinage des points où débouchent des eaux riches en matières organiques».

Elle peut donc trouver dans les eaux eutrophes de l'étang de Thau des conditions favorables à son développement.

A Bouzigues, où cette espèce se développe pratiquement au niveau de l'eau sur les blocs rocheux de l'enceinte extérieure du port, exposés à l'action des vagues, les thalles sont très prolifères (Pl. 3). Dans les parcs ostréicoles, *Grateloupia doryphora* vit sous un véritable «tapis flottant» de plusieurs mètres de longueur formé par la Phéophycée *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (signalée par CRITCHLEY et al., 1983) qui diminue fortement l'agitation des eaux au niveau de ces parcs. Les thalles présentent alors un nombre très réduit de prolifération (Pl. 4). Des constatations voisines sont dégagées par IRVINE (1983) à propos des variations morphologiques de cette espèce sur les côtes anglaises.

DISTRIBUTION

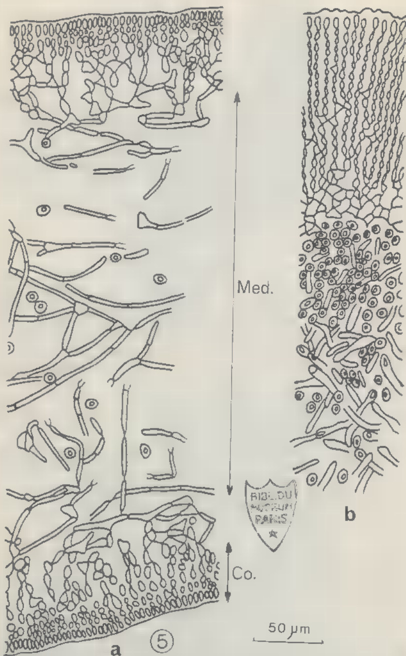
Le *G. doryphora*, signalé sous divers noms, est largement répandu dans l'Atlantique (côtes est américaines tropicales et subtropicales – TAYLOR, 1960 –; Sénégal, Maroc, Espagne méridionale – GAYRAL, 1958 –; Sénégal – BODARD et MOLLION, 1974 – ; Angola, Ghana, Portugal, sud des îles Britanniques – FARNHAM et IRVINE, 1973; IRVINE, 1983 –) et dans le Pacifique (Chili – LEVRING, 1960 –; Pérou – HOWE, 1914; DAWSON et al., 1964 –; Californie – ABBOTT et HOLLENBERG, 1976 –).

En Méditerranée, cette espèce est signalée à Reggio de Calabre par GIACCONE (1969) sous le nom de *Grateloupia cuneifolia* J. Ag. et dans le détroit de Messine par DE MASI et GARGIULO (1982).

Dans l'étang de Thau (Pl. 1), elle a été trouvée à partir de 1982, à Bouzigues, sur les blocs rocheux délimitant l'enceinte du port, dans une profondeur d'eau n'excédant pas 50 cm. Elle a été aussi observée sur les cordes de certains parcs à huîtres de Bouzigues et de Mèze, entre – 50 cm et – 1,50 m.

DISCUSSION

FELDMANN (1937, 1962) a analysé le phénomène de l'introduction d'espèces nouvelles en Méditerranée. Pour le cas particulier de l'étang de Thau et des espèces dont le foyer d'introduction semble bien être cette lagune, une hypothèse a été envisagée. Cet étang représente depuis longtemps un centre ostréicole important et l'importation de naissains d'huîtres, d'origine japonaise (Anonyme 1980), semble être à l'origine de l'apparition de certaines espèces algales (PEREZ et al., 1981); RIOUALL, 1985). L'utilisation dans l'étang de Thau de naissains d'huîtres en provenance d'écloseries de Grande Bretagne laisserait penser que l'introduction de *Grateloupia doryphora* pourrait être liée à ces pratiques ostréicoles. Cependant, FARNHAM (1980) n'a signalé cette



Pl. 5a : Portion de coupe transversale d'une lame principale; 5b : Coupe transversale du stipe. Co, cortex, Med., medulla.

espèce que dans la région du Solent, près de l'île de Wight où il ne fait pas mention de la pratique ostréicole dans cette partie de l'Angleterre. GUIRY confirme (com. verb.) que cette région n'a pas une grande activité dans le domaine de la mari-culture. Quant au détroit de Messine, DE MASI (comm. verb.) nous signale que cette région n'est pas non plus ostréicole. Par conséquent l'hypothèse d'une introduction liée à une importation d'huîtres ne peut être proposée qu'avec de grandes réserves.

Dans la contribution à la connaissance de la flore algale macrophytique de l'étang de Thau, il nous est apparu intéressant de signaler la présence de *Grateloupia doryphora*, espèce non encore mentionnée dans cette lagune, rare en Méditerranée et dont l'introduction semble récente. Nous avons déjà fait état dans ce travail de l'apparition d'espèces nouvelles dans l'étang de Thau. Certaines d'entre elles connaissent un développement considérable : *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (PEREZ et al., 1981), *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. D'autres, sans connaître une extension identique, semble étendre leur aire de répartition dans l'étang : *Desmarestia viridis* (O.F. Müller) Lamouroux (signalée par VERLAQUE, 1981), *Sphaerotrichia divaricata* (C. Ag.) Kylin (RIOUALL, 1985). Il pourrait en être de même, dans les années à venir, pour *Grateloupia doryphora* qui trouve dans l'étang de Thau des conditions écologiques favorables à son développement.

REMERCIEMENTS. – L'un des auteurs (M. Guiry) tient à remercier le C.N.R.S. et le National Board for Science and Technology (Ireland) pour l'aide financière apportée à son séjour à Perpignan (France).

BIBLIOGRAPHIE

ABBOTT, I.A. et HOLLENBERG, G.J., 1976 – Marine algae of California. Stanford Univ. Press edit., Stanford : 827 pp.

AGARDH, J.G., 1841 – *In historiam algarum symbolae*. *Linnaea* 15 : 1-50.

AGARDH, J.G., 1851 – *Species genera et Ordines algarum*. *Lund* 2 (2:1) : 1-504.

ARDRÉ, F. et GAYRAL, P., 1961 – Quelques *Grateloupia* de l'Atlantique et du Pacifique. *Rev. Algol.* n.s. 6 (1) : 38-48, 3 pl.

BODARD, M. et MOLLION, J., 1974 – La végétation infralittorale de la petite côte sénégalaise. *Bull. Soc. Phycol. France*, 19 : 193-221.

CRITCHLEY, A.T., FARNHAM, W.F. et MORRELL, S.L., 1983 – A chronololy of new European sites of attachment for the invasive brown alga, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1973-1981. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 63 : 799-811.

DAWSON, E.Y., ACLETO, C. et FOLDVICK, N., 1964 – The seaweeds of Peru. *Nova Hedwigia Beihefte*, 13 : 1-111, 81 pl.

DE MASI, F. et GARGIULO, M.G., 1982 – «*Grateloupia doryphora*» (Mont.) Howe (Rhodophyta, Cryptonemiales) en Méditerranée. *Allionia*, 25 : 105-108.

DUBOIS, A., 1960 — Contribution à l'étude de l'*Ulva rigida* (C. Agardh). *Naturalia Monspel., Sér. Bot.* 12 : 13-18, 1 pl.

DUBOIS, A., 1969 — Observations sur la morphologie et la biologie d'un *Bryopsis*, conséquence systématique. *Naturalia Monspel., Sér. Bot.* 20 : 89-93, 1 pl.

FARNHAM, W.F., 1980 — Studies on Aliens in the Marine Flora of Southern England. *In* : «The Shore Environment, vol. 2 : Ecosystems edited by J.H. Price, D.E.G. Irvine and W.F. Farnham, 1980, pp. 875-914, Academic Press, London and New York.

FARNHAM, W.F. et IRVINE, L.M., 1973 — The addition of a foliose species of *Grateloupia* to the British marine flora. *Brit. Phycol. J.* 8 : 208-209.

FELDMANN, J., 1937 — Recherches sur la végétation marine en Méditerranée. La côte des Albères. *Rev. Algol.*, 10 : 1-339.

FELDMANN, J., 1962 — La végétation benthique de la Méditerranée, ses particularités et ses problèmes. *Pubbl. staz. zool. Napoli*, 32 : 170-180.

FLAHAULT, C., 1905 — La station zoologique de Cette. *Trav. Inst. Zool. Univ. Montpellier et Stat. Zool. Cette*, 15 : 71-74.

GAYRAL, P., 1958 — *Algues de la côte Atlantique marocaine.* Rabat, 523 pp., 74 fig., 152 pl.

GIACCONE, G., 1969 — Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale italiana. *Giorn. Bot. Ital.*, 103 : 485-514.

HOWE, M.A., 1914 — The marine algae of Peru. *Bull. Torrey Bot. Club.*, 15 : 1-185, 44 fig., 66 pl.

IRVINE, L.M., 1983 — Seaweeds of the British Isles. I - *Rhodophyta.* 2A Cryptonemiales *(s. str.)*, Palmariales, Rhodymeniales. British Museum (Natural History). 120 pp.

LAURET, M., 1967 — Morphologie, phénologie, répartition des *Polysiphonia* marins du littoral languedocien. I - Section *Oligosiphonia. Naturalia Monspel.*, sér. Bot., 18 : 347-373, 14 pl.

LAURET, M., 1970 — Morphologie, phénologie, répartition des *Polysiphonia* marins du littoral languedocien. II - Section *Polysiphonia. Naturalia Monspel.*, Sér. Bot., 21 : 121-163, 14 pl.

LEVRING, T., 1960 — Contributions to the marine algal flora of Chile. *In* : Reports of the Lund University Chile expedition 1948-49. — *Lunds Univ. Arssk.*, N.F. Avd. 2, 56 (10) : 1-85.

MONTAGNE, J.F.C., 1839 — Botanique, Cryptogamie. II - *Florula boliviensis stirpes novae et minus cognitae in* A. d'Orbigny. Voyage dans l'Amérique méridionale Paris, 7 : 13-39, 7 pl.

PEREZ, R., LEE, J.Y. et JUGE, C., 1981 — Observations sur la biologie de l'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar introduite accidentellement dans l'étang de Thau. *Sci. Pêche, Bull. Inst. Sci. Techn. Pêches Marit.*, 315 : 1-12.

RIOUALL, R., 1985 — Sur la présence dans l'étang de Thau (Hérault-France) de *Sphaerotrichia divaricata* (C. Ag.) Kylin et *Chorda filum* (L.) Stackhouse. *Bot. Mar.* 27 : 83-86.

TAYLOR, W.R., 1960 — Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the America. Ann. Arbor, Mich. IX + 870 pp., 14 photos, 80 pl.

VALET, G., 1958 — Monographie des *Cladophora* de la région de Sète. *Naturalia Monspel. Sér. Bot.*, 10 : 113-166.

VALET, G., 1960a — Les *Chaetomorpha* de la région de Montpellier - Sète. *Naturalia Monspel., Sér. Bot.*, 12 : 81-88.

VALET, G., 1960b — Algues épiphytes et endophytes du *Chaetomorpha aerea* (Dillw.) Kütz. *Naturalia Monspel., Sér. Bot.*, 12 : 89-101.

VERLAQUE, M., 1981 — Contribution à la flore des algues marines de Méditerranée. Espèces nouvelles pour la Méditerranée occidentale. *Bot. Mar.* 24 : 559-568.

TROIS CAS DE COMMENSALISME D'UNE NAVICULACÉE ET D'UN *NITZSCHIA* EN TUBES MUQUEUX

Henry GERMAIN*

RÉSUMÉ. — Trois cas de commensalisme ont été distingués : 1er cas : *Navicula lanceolata* (Agardh) Ehr. et *Nitzschia sociabilis* Hustedt. Les tubes sont en général ramifiés, fixés sur des pierres de ruisseaux à eau courante pouvant atteindre une végétation considérable. La formation de ces tubes, qui semble facultative, est à ma connaissance inexpliquée. — 2ème cas : *Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve avec le même *Nitzschia sociabilis*. Dans [redacted] cas les tubes ne sont jamais ramifiés, ils [redacted] rencontrent en eaux calmes, fixés [redacted] les rives souvent parmi les macrophytes ou [redacted] les objets flottants, bouées ou carènes de bateaux avec *Cladophora glomerata*. — 2ème cas : (Marin) *Navicula ramosissima* Agardh et *Nitzschia perindistincta* Cholnoky. Ces tubes, très ramifiés, ont valu le nom d'espèce de la Navicule; ils sont fixés dans des cuvettes de rochers découvrant [redacted] basses mers ou sur des bouées de corps morts où ils peuvent abonder; le commensalisme n'est pas obligatoire mais fréquent.

ABSTRACT. — Three cases of commensalism have been distinguished : 1st case : *Navicula lanceolata* (Agardh) Ehr. et *Nitzschia sociabilis* Hustedt. The tubes are generally branching, fixed on the flints of the brooks in running water. The formation of tubes is optional and the commensalism also. — 2nd case : *Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve and the same *Nitzschia sociabilis*. In this case the tubes are never branching, they are observed in calm water, on the banks, frequently [redacted] vegetation or floating bodies, buoys, hulls of boats often mixed with *Cladophora glomerata*. The commensalism is optional, but the life in tubes is regular. — 3rd case : *Navicula ramosissima* Agardh and *Nitzschia perindistincta* Cholnoky. These are [redacted] species. The tubes are very branching (name of *Navicula*); they are fixed [redacted] the rocks, especially in the basins of rocks incovered at the low water, or on buoys or hulls of boats. The commensalism is not regular, but frequent.

MOTS CLÉS : Tubes muqueux, *Navicula, Cymbella, Nitzschia.*

Les trois cas de commensalisme distingués ici ne sont pas une nouveauté; ils ont été signalés par MOEBIUS (1893), plus tard par CHOLNOKY (1926, 1930); jamais une signification biologique n'a été donnée et pour ma part je n'ai pas connaissance de travaux récents sur cette question. Voici ces trois cas :

Communication présentée le 31 mai 1984 au Colloque de la Société Phycologique de France à Angers.

* Laboratoire de Botanique-Cryptogamie, UER Médecine-Pharmacie - 16, Bd Daviers, 49000 Angers.

1er cas. — *Navicula lanceolata* (Agardh) Ehr. (= *Navicula avenacea* Brebisson) et *Nitzschia sociabilis* Hustedt.

La Navicule (Pl. 2, fig. 5 et 6) très répandue dans les eaux douces de la région, vit en général libre mais peut aussi, assez souvent, se présenter en tubes pour constituer des masses peu importantes et sporadiques. L'observation dont il est question ici concerne une végétation très dense, affectant de larges zones sur les pierres de plusieurs ruisseaux à eau courante. Cette formation abondante de tubes, très rare semble-t-il à l'heure actuelle, a dû, au cours du siècle dernier, être fréquemment observée par les auteurs qui ont adopté pour elle sous cette forme, le nom de *Schizonema thwaitesii* Grunow (cf. VAN HEURCK, 1880-1885, pl. 15, fig. 18). Quant au *Nitzschia* que j'avais autrefois (1936) nommé *N. paleacea*, il s'agit en réalité d'une espèce créée par HUSTEDT (1957), *Nitzschia sociabilis*, dont le nom d'espèce semble bien adapté à ce commensalisme que HUSTEDT ne mentionne cependant pas. Les fins détails de structure en M.E.T. montrent par ailleurs une ressemblance étonnante avec *Nitzschia recta* Hantzsch, mais sa taille est 3 fois plus faible (Pl. 2, fig. 7, 8, 9, 10).

Les tubes muqueux sont ici ramifiés (Pl. 1, fig. 1 et 2) et peuvent présenter des renflements (Fig. 3); ils contiennent de nombreux frustules serrés les uns contre les autres. La fig. 4 montre une portion de tube (extrémité sans doute) où les frustules, moins serrés, permettent de distinguer les deux espèces.

Il est remarquable de constater que pour la Navicule, on observe en M.E.T. aux plus forts grossissements, une différence dans les détails de structure, des ponctuations ou aréoles des stries : dans les frustules provenant de tubes, il est impossible de mettre en évidence aux plus forts grossissements la fine grille que l'on observe régulièrement dans ceux qui vivent en liberté (Pl. 2, fig. 7 et 8).

2ème cas. — *Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve et *Nitzschia sociabilis* Hustedt.

La Cymbelle assez commune vit exclusivement en tubes, dans l'eau calme de nos étangs, sur les pierres des rives et sur les macrophytes, ou sur les objets flottants dans nos rivières où elle peut se trouver enchevêtrée dans les filaments abondants de *Cladophora glomerata*. Ces tubes ne sont jamais ramifiés et semblent exactement ajustés à la taille de la Cymbelle, qui s'y trouve sur une seule file (Pl. 3, fig. 10 et 11); lorsque les *Nitzschia* sont présents, ils alternent en amas entre deux frustules de Cymbelle (Pl. 3, fig. 13). Ce commensalisme a été signalé, il y a une cinquantaine d'années par CHOLNOKY (1927) qui a considéré le *Nitzschia* comme *N. dissipata*, ce qui est peu surprenant car ces deux espèces ont un aspect très voisin en microscopie photonique. Mais, CHOLNOKY (l. c.) rapporte surtout ce commensalisme avec *Cymbella ventricosa* Kütz., ce qui me suggère deux remarques : d'abord, comme dans le 1er cas, la formation de tubes doit être moins fréquente qu'autrefois lorsqu'avait été créé le sous-genre *Encyonema* pour les Cymbelles en tubes (ce sous-genre comprenait alors quatre ou cinq espèces mais a été abandonné depuis); ensuite, je n'ai rencontré en tubes que *C. prostrata*, et *C. cespitosa* parfois considéré comme synonyme, mais jamais

les autres espèces parfois signalées, en particulier C. *ventricosa*, pourtant la plus commune et dont j'ai observé souvent d'abondantes végétations.

3ème cas. – *Navicula ramosissima* Agardh et *Nitzschia perindistincta* Cholnoky.

Il s'agit ici d'un cas d'espèces marines, donc soumises d'une façon intense à l'agitation du milieu souvent très importante. *Navicula ramosissima* Agardh (= *Schizonema ramosissima* (Grun.) Ag.) est extrêmement fréquente sur nos côtes en tubes muqueux dans les cuvettes de rochers découvrant aux basses mers ou sur les objets flottants tels que les bouées de corps morts; il s'agit ici de tubes très longs et ramifiés (Pl. 4, fig. 14 à 16), qui sont à l'origine du nom. La Navicule, à fort grossissement, est représentée pl. 5 fig. 17 et 18 en M.E.T. La présence de *Nitzschia* n'est pas fixe, mais très fréquente; il s'agit d'une petite *lanceolatae* qui, d'après Lange-Bertalot, se rapprocherait de *Nitzschia perindistincta* (CHOLNOKY, 1960) et de trois autres espèces du même auteur observées par lui en Afrique du Sud (Pl. 5, fig. 19-20-21).

En milieu marin, les observations de tubes contenant des groupements mixtes ont été nombreuses depuis les premières descriptions par MOEBIUS (1893); il s'agirait souvent d'une association d'un *Nitzschia* en tubes *(Homeocladia)* avec quelques Navicules. MOEBIUS (1907) signale également *Schizonema grevillei* avec un *Nitzschia* qu'il n'a pu déterminer, mais pourrait être *N. dissipata* (Kützing) Grunow. Enfin, on trouve dans VAN HEURCK (1880-1885, pl. 69, fig. 14), la mention des *Nitzschia tubicola* Grun. habitant fréquemment les tubes de Schizonémées : j'ai eu la possibilité, dans un exsiccata de Rabenhorst, d'observer des échantillons de tubes de *Schizonema grevillei* avec l'espèce *N. tubicola* correspondant parfaitement à la description de Van Heurck.

CONCLUSION

En ce qui concerne les raisons de la formation facultative de tubes par certaines espèces (*N. lanceolata* en particulier), et l'existence d'un commensalisme, également facultatif, avec un *Nitzschia*, les avis des auteurs sont des plus partagés. Pour RICHTER (1879) la formation de tubes serait une adaptation à l'agitation du milieu : cette raison paraît justifiée pour les espèces marines, mais beaucoup moins pour les espèces d'eau douce; au contraire, pour HUSTEDT (1923), suite à des observations sur le lac Balaton, les tubes apparaitraient seulement là où l'agitation diminue !

Quant au commensalisme, quelle est sa nature exacte ? Aucun auteur n'a pu se prononcer sur ce phénomène.

L'éventuelle relation avec les phénomènes de reproduction ont été invoqués sans plus de résultats.

BIBLIOGRAPHIE

CHOLNOKY, B.V., 1924 — Beiträge zur Kenntnis der Bacillariaceen colonien. *Folia Cryptog.* 1.

CHOLNOKY, B.V., 1926 — Uber die Diatomeen Assoziationen der Umgebung der Dorfer Szamosfalva bei Kolozsvar. *Hedwigia* 66.

CHOLNOKY, B.V., 1927 — Beiträge zur Kenntnis der Bacillariaceen Kolonien. *Hedwigia* 67.

CHOLNOKY, B.V., 1929-1930 — Symbiose zwischen Diatomeen. *Arch. Protistenk.* 68 : 523-530.

CHOLNOKY, B.V., 1960 — Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora von Natal. *Nova Hedwigia* 2 : 1-128 + 9 pl.

GERMAIN, H., 1932 — Sur quelques Diatomées d'eau douce vivant en tubes muqueux. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 195 : 445.

GERMAIN, H., 1936 — Les lieux de développement et de multiplication des Diatomées d'eau douce. *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest France* : 85-90.

GERMAIN, H., 1980 — Flore des Diatomées. Eaux douces et saumâtres du Massif Armoricain. Boubée, Paris.

HUSTEDT, F., 1923 — Vorlaüfige Ergebnisse vergleichender. Untersuchungen der Bacillariaceen-Vegetation holsteinischer Seen. *Verh. Inter. Ver. Limnol.* 1 : 98-107.

HUSTEDT, F., 1957 — Die Diatomeenflora des Flusssystems der Weser in Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abh. Natürwiss. Vereine Bremen.* 34, 3 : 181-440.

MOEBIUS, M., 1907 — Notiz über Schlauchbildende Diatomeen mit zwei verschiedenen Arten. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 25 (5) : 248-250.

RICHTER, P., 1879 — New Bacillariaceen. *Hedwigia* 18 (5) : 65-67.

VAN HEURCK, H., 1880-1885 — *Synopsis* pl. 15, fig. 4 et pl. 69, fig. 14.

LÉGENDES DES PLANCHES

Pl. 1. — Fig. 1 à 5 : *Navicula lanceolata* et *Nitzschia sociabilis.* — 1 et 2 : vue d'ensemble des tubes. Fig. 3 : portions de tubes (avec renflement) plus grossis. Fig. 4 : portion d'un tube à plus fort grossissement montrant les deux espèces. Fig. 5 : détail des deux espèces (vue en microscopie photonique M. P.).

Pl. 2. — Fig. 6 à 10 : En microscopie électronique à transmission (M.E.T.). — Fig. 6 à 8 : *Navicula lanceolata.* Fig. 6 : portion d'un frustule. Fig. 7 et 8 : détail des ponctuations de stries à très fort grossissement résolues en crible (7), non résolues en crible (8). — Fig. 9 et 10 : *Nitzschia sociabilis.* Fig. 9 : un frustule. Fig. 10 : détail des ponctuations à très fort grossissement.

Pl. 3. — Fig. 11 : tubes de *Cymbella prostrata* (vue d'ensemble). Fig. 12 : Tube de *Nitzschia sociabilis.* Fig. 13 : détail des deux espèces à fort grossissement (M. P.).

Pl. 4. — Fig. 14 et 15 : Tubes de *Navicula ramosissima* et *Nitzschia perindistincta* (vue d'ensemble). Fig. 16 et 16 bis : détail des tubes montrant les deux espèces (M. P.).

Pl. 5. — Fig. 17 et 18 : *Navicula ramosissima* (M.E.T.). Fig. 17 : un frustule. Fig. 18 : détail des ponctuations des stries à très fort grossissement. — Fig. 19 à 21 : *Nitzschia perindistincta* (M.E.T.). Fig. 19 : un frustule. Fig. 20 et 21 : détail à plus fort grossissement.

100µm

100µm

10 µm

3

4

1 mm

5

1 mm

2

1

Planche 1

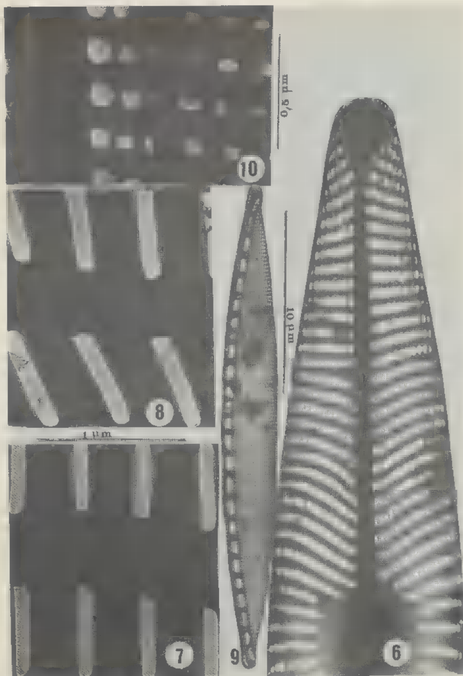


Planche 2

50 µm

12

0,5mm

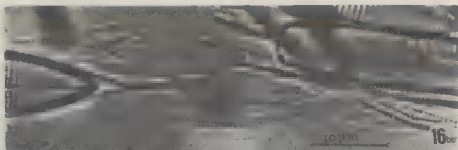
11

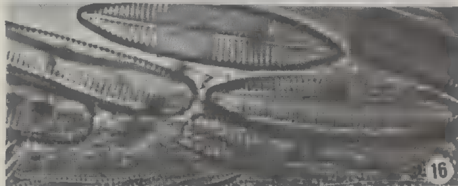
10 µm

13

Planche 3







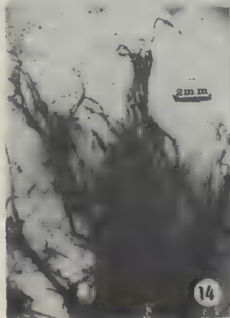


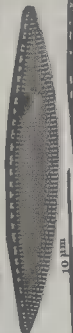


Planche 4









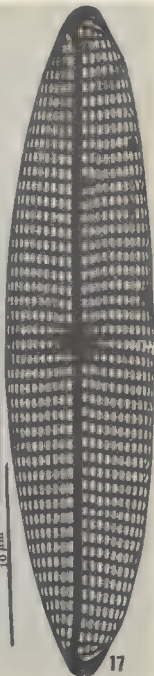


Planche I

Cryptogamie : Algologie, 1985, VI, 2 : 109-124

FINE STRUCTURE AND SPINE FORMATION IN *TREUBARIA* (CHLOROCOCCALES) : A SYNTHESIS AND NEW RESULTS

Olivier L. REYMOND*

ABSTRACT. – Based on light, TEM and SEM investigations of field and culture-grown materials, the common features of the four species of *Treubaria* which constitute this genus (sensu REYMOND, 1980) are described and discussed : centrioles, phycoplast, pyrenoidal cytoplasmic invaginations, delays in furrowing, naked spores, changes of cell wall and polymorphism, the net of fibrils constituting the cell wall and the empty spines. The elaboration of spines (which also involves the cell wall) with the participation of Golgi vesicles and a new structure called «collar» situated like a ring at the base of the young processes is emphasized. Taxonomical remarks and ultrastructural comparisons are made concerning the relationship of *Treubaria* with other genera of the family Treubariaceae *(Desmatractum, Pachycladella* and *Echinosphaerella)*, other chlorococcalean spine bearing organisms and *Dicranochaete* (Tetrasporales).

KEY WORDS : Ultrastructure, taxonomy, cell wall, spine formation, collar, phycoplast, Green alga, Chlorococcales, Treubariaceae, *Treubaria*.

INTRODUCTION

The genus *Treubaria* Bernard (1908) includes four freshwater planktonic and unicellular green algal species. The main light microscopical feature is a lobate, polyedrial or spherical cell body surrounded with at least three translucent and colorless spines, processes or cones. Reproduction is by formation of non motile spores (naked with contractile vacuole). Quadriflagellate zoospores have also been observed (REYMOND, 1979, 1980).

The prominent works dealing with this genus began with ARCHER (1872) who observed *Treubaria* for the first time and described it as *Tetrapedia setigera (= Treubaria setigera* (Archer) G.M. Smith, 1933) as a blue green alga.

* Université de Lausanne, Institut d'Histologie et d'Embryologie - 9, rue du Bugnon, CH-1011 Lausanne, Switzerland.

BERNARD (1908) and G.M. SMITH (1933) provided additional information on *Treubaria*, followed by the revision by KORSIKOV (1953). FOTT & KOVACIK (1975), REYMOND (1980) in the short summary of his thesis work, and KOMAREK & FOTT (*in* HUBER-PESTALOZZI, 1983) in their huge revision of Chlorococcales complete this list of selected papers dealing mostly with light microscopy results and taxonomy.

The electron microscopy publications started with the short papers by REYMOND & JALANTI (1976a, 1976b). They were followed by papers by REYMOND (1979, 1980) and REYMOND & CRONBERG (1981). This present work presents more ultrastructural details than the earlier papers and emphasizes new results concerning the very puzzling spine formation in young spores, a phenomenon rarely described in phycological publications.

Ultrastructural studies also concern taxonomy. Taxonomy in *Treubaria* is not yet clear and depending on from which author the information comes, this genus can include a couple or more species. This present work is taxonomically based on the previous work by REYMOND (1980) in which only four species compose the genus : 1) *Treubaria setigera* (Archer) G.M. Smith (1933); 2) *T. triappendiculata* Bernard (1908); 3) *T. schmidlei* (Schröder) Fott & Kovacik (1975); 4) *T. crassispina* G.M. Smith (1926). Each of these four species have, when observed with light and electron microscopes, been found to be more or less suitable for specific kinds of investigations. Although the ultrastructure of each species of *Treubaria* can differ, the present work is not a comparative study, but rather a description, of the common features and a comparison with other genera, e. g., *Desmatractum* West & West (1902) or *Pachycladella* (G.M. Smith) Silva (1970).

Some of the following results are a short part of the unpublished complete thesis work of the author, which deals with taxonomy, nomenclature, bibliography, iconography and biology, and is entitled «Contribution à l'étude de *Coelastrum* et *Treubaria*» (1-780 pp.) and can be consulted at the library of the «Musée botanique» in Lausanne, Switzerland.

MATERIALS AND METHODS

Treubaria setigera, T. triappendiculata, T. schmidlei and *T. crassispina* were used for this study. Observations with light microscope were made with field and culture-grown materials, whereas observations with Transmission Electron Microscope (TEM) and Scanning Electron Microscope (SEM) were made nearly only with culture-grown cells. Contrary to other species, *T. crassispina* could not be grown in culture and all of the specimens for TEM came from an old collection. A list including the origin of field and culture-grown materials was previously reported by REYMOND (1980). These cultures of *Treubaria* now are available from the algae collection, at the University of Göttingen, West Germany. They are incorporated (SCHLÖSSER, 1984) under the numbers : 36.83

T. schmidlei (strain Reymond 75-96); 37.83 *T. setigera* (strain Reymond 76-98); 38.83 *T. triappendiculata* (strain Reymond 72-69). Cultures were maintained in Bold's Basal Medium (BOLD, 1942) or in Pocock's Medium (POCOCK, 1960) at 20°C on a 16:8 L:D cycle. The culture were fixed for SEM following the method previously given by REYMOND & JALANTI (1976b) and were fixed for TEM with glutaraldehyde and osmium following recommendations of PICKETT-HEAPS et al. (1978). Samples [redacted] dehydrated in a graded acetone serie and embedded in Spurr's resin between two microscope slides (REYMOND & PICKETT-HEAPS, 1983). Sections were stained with uranyl acetate and lead citrate. The specific staining of polysaccharides on ultrathin sections was made on gold grids, with «periodic acid-thiocarbohydrazide-silver proteinate» technic described by THIÉRY (1967) and THIÉRY & RAMBOURG (1974). The control over the reactions was achieved by use of H_2O_2 instead of periodic acid as suggested by THIÉRY & RAMBOURG (1974). Processing of materials by freeze-etching technics (BULLIVANT, 1973) was achieved at the Nestle Laboratory in La Tour de Peilz, Switzerland. SEM pictures were taken at the «centre de Microscopie électronique de l'Université de Lausanne» with a JEOL 35. The TEM pictures were produced with Zeiss EM 10 and Philips (200 and 300) microscopes at the University of Lausanne, Geneva and Colorado (Boulder), and at the «Centre de Recherches agronomiques» in Changins, Switzerland.

OBSERVATIONS

General morphology of vegetative and dividing cells

The young vegetative cells have one laterally situated nucleus (Fig. 1) whereas the older cells contains two (Fig. 2), four or more central nuclei which can sometimes contain [redacted] ring shaped nucleolus (Fig. 3). During preprophase a pair of centrioles surrounded by many microtubules can be observed (Fig. 4). In spite of observations of numerous cells at different stages, mitosis could not be studied in detail. Post mitotic nuclei lie very close to each other and rudimentary centrioles appear in invaginations between them (Fig. 2, 3). From this region, numerous microtubules extend between the nuclei and form the phycoplast (Fig. 3) where furrowing later takes place. The phycoplast can be easily observed in many cells, the furrowing, on the contrary is infrequently observed due to its brief presence before sporulation. Formed spores are very compacted and do not possess any cell wall. During sporulation, the daughter cells rapidly increase their volume and escape through the disorganized mother cell wall (Fig. 5). The pressure in the naked spores is regulated through [redacted] contractile vacuole.

In many cases we observed that the furrowing (and consequently the sporulation) can be very late after the formation of two or four nuclei. In this case, the cells can present the following morphological changes : they can continue to multiply their nuclei by successive mitosis; their volume can increase notably; they can get rid of their three- or four-spined cell wall and form [redacted] new one with

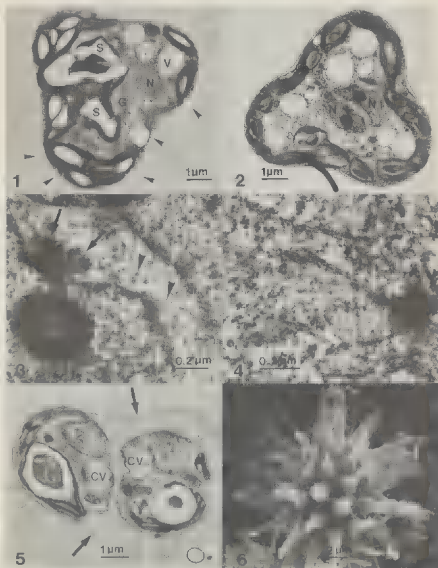


Fig. 1-4 : *Treubaria setigera*. — Fig. 1 : Cell with one lateral nucleus (N), a walled chloroplast (Cl) with cytoplasmic invaginations in the pyrenoid (P). Golgi (G), starch (S), vacuoles (V). The cell wall and the spines are hardly visible (arrowheads). — Fig. 2 : Cell with two centrally opposed nuclei (N), with ring-shaped nucleoli. — Fig. 3 : Detail of Fig. 2. Between the two nuclei there is a phycoplast composed of rudimentary-shaped centrioles (arrows) and a plate of longitudinaly and cross sectioned microtubules (arrow-

more spines; and a lobate cell can become polyedrial or spherical. Due to one or more of these changes, polymorphism is frequently observed amongst cells arising from the same unialgal culture.

Other ultrastructural features have been investigated in the cells of *Treubaria*. The outer membrane of the porous nucleus is always continuous with the endoplasmic reticulum. A transfer of vesicles between these three membranes can usually be observed (REYMOND, 1980). A significant part of the vegetative adult cells is filled with a cup-shaped parietal chloroplast (Fig. 1, 2). Stacks of long parallel thylakoids enclose several starch grains and the prominent starch cap of the pyrenoid (Fig. 1). The pyrenoid matrix is penetrated by a conspicuous network of cytoplasmic invaginations (Fig. 1, 5). In most cases these networks have no typical defined morphology but on rare occasions take a spherical shape (Fig. 7). The thylakoids never penetrate the starch cap of the matrix of the pyrenoid. The cytoplasm of the cells is filled with vacuoles (Fig. 1) which are no longer contractiles when the cell wall is formed. However when a cell sheds its cell wall, a contractile vacuole immediately appears at its surface. The vacuole stops functioning when the new cell wall and the spines are completed.

The cell covering : morphology in vegetative cells and young spores

In vegetative cells, the protoplast is enveloped by a dense network of fibrils permeated with amorphous materials (Fig. 8, 9). These fibrils, alone or associated in thin bundles, constitute the frame of both cell wall and spines. The fibrils which constitute the cell wall seem to form a randomly ordered network (Fig. 10, 11). In fact SEM micrographs show that the fibrils (or at least many of them) radiate from the bases of the spines and surround the protoplast. Fibrils radiating from the base of one spine interdigitate with fibrils from the closest spines (Fig. 8, 9). Under these conditions, the directions of the fibrils and the complexity of the network that they form depend on the specific place at the surface of the cell and the number of spines (Fig. 12, 13). The thickness of the cell wall depends on the number of spines, the culture conditions and the species. The cell wall is very thick in *Treubaria crassispina* and *T. schmidlei* and is generally much thinner in *T. triappendiculata* and *T. setigera*.

The fibrils which constitute the frame of the spines are parallel (Fig. 14). They run along a very slightly helical trail from the top to the base of the spine where they form the cell wall (Fig. 8, 9). Except for the presence of some

---

heads). — Fig. 4 : Preprophase centriole surrounded by an important net of microtubules. — Fig. 5 : *Treubaria triappendiculata*. Daughter cells during their release from the mother cell wall (arrows). The new cell wall and the spines are not yet formed. Note the contractile vacuoles (CV). — Fig. 6 : *Treubaria schmidlei*. Cell with abnormally numerous spines. Such a cell can be observed both from field and culture-grown material. Taxonomical implications of this abnormality is explained in the text.



Fig. 7 : *Treubaria setigera*. — Section through pyrenoid (P) showing a spherical cytoplasmic invagination. — Fig. 8, 9 : *Treubaria schmidlei*. Fig. 8 : Slightly disrupted empty mother cell wall showing its intricate network of interdigitated fibrils radiating from the bases of the spines. The amorphous material gives a smooth appearance to the spines. — Fig. 9 : Detail of interdigitated fibrils radiating from the bases of three adjacent spines.

electron dense material forming a web between the fibrils constituting the frame, the inner part of the spines is free of cytoplasm and EM stained structures (Fig. 15).



Fig. 10 : *Treubaria schmidlei.* Freeze-etching showing the intricate network of fibrils which constitute the cell wall. Several levels and directions of fibrils can be observed. The complexity of the network depends on the number of spines from which fibrils radiate and interdigitate (Fig. 9). — Fig. 11 : *Treubaria triappendiculata.* Tangential section of the cell wall (CW) across a spine (S). — Fig. 12 : *Treubaria setigera.* Tangential section of two lobes of a trilobate cell (Fig. 1, 2) showing several layers of fibrils with various directions. Sections of spines are shown with arrows. — Fig. 13 : *Treubaria triappendiculata.* Cross section of a disrupted empty mother cell wall. The fibrils are seen in longitudinal (arrows) and cross section (arrowhead).

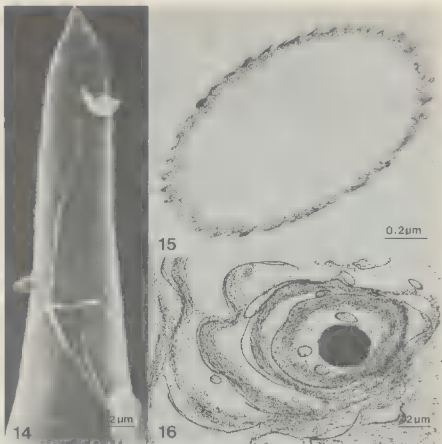


Fig. 14 : *Treubaria schmidlei.* The frame of the spine is made of parallel ordered fibrils. – Fig. 15 : *Treubaria setigera.* Slanting section through a spine. – Fig. 16 : *Treubaria triappendiculata* which has been grown on agar plate. Repeated changes of cell wall are frequent in *Treubaria.* This is especially obvious on agar, where nearly all the cell walls remain in the same place.

During sporulation and changes of cell wall, the latter can open in two ways. In some cases we observed a sliding apart of each spine accompanied by its basal radiating fibrils; in other cases the cell wall expanded. In the latter case the interdigitated fibrils slide slightly apart but stay together (Fig. 8, 9) when the spores escape through a slit made between the bases of the processes. The latter case which can be found in each species of *Treubaria* (with perhaps the exception of *T. crassispina*) was considered a characteristic feature of *Echinosphaerella* (one species : *E. limnetica* G.M. Smith, 1920) by some phycologists.

In the description of cell division, we said that a cell can change its volume, shape, cell wall and the number of spines. These changes described by REYMOND & JALANTI (1976b) and REYMOND (1980) are very obvious in sections of agar-culture-grown cells (Fig. 16). Their taxonomic importance will be discussed later. For legal and technical reasons living material could not be imported from Brazil and the life cycle of *Treubaria crassispina* (which was collected in this country) could not be observed in detail. However changes of cell wall and shape could take place in this species, e. g., the multispined *Echinosphaerella limnetica* shown by UHERKOVICH (1976) is certainly a *Treubaria crassispina* after one or more changes of cell wall.

Formation of spines

This part of the life cycle has been described with light microscopy by REYMOND (1979, 1980) and will be summarized for a better understanding of the TEM observations.

The spine and cell wall formation can easily be observed with phase-contrast microscopy and *Treubaria schmidlei* is [redacted] very suitable material. The formation starts immediately after the liberation of the spores (or just after the release of [redacted] previous cell wall). Asymmetrically placed, short, thin and dark processes can be observed at the surface of the naked cell, where a contractile vacuole is very active. These tiny processes are the future spines. They at first have an homogenous dark contrast then they slowly elongate and form an apical light contrast part and [redacted] basal dark one. At this step the spine is still very thin. The darker part contains cytoplasm and shortens while the lighter part continues to elongate to the maximum length of the future spine. During and shortly after the elongation, the spine thickens especially at its base and the darker basal part disappears completely. The mature spine is now totally translucent. The cytoplasm which had formerly invaded the young processes is now fully retracted into the spherical protoplast. The contractile vacuole is no longer active and the spines are at their full size and their final symmetrical positions around the protoplast. The cell wall is simultaneously formed with the growing spines. About fifteen minutes are needed for [redacted] spine to reach its full length and width, from its initial appearance. During their development, the spines seem to glide from their primary asymmetrical location to their final symmetrical position around the growing protoplast. Balances of tensions due to interdigitations of fibrils radiating from each forming spine could be the origin of these surprising movements. Even though very short immature spines are always assymetrically placed at the surface of the protoplasts, rare observations indicate that there is an harmony, if one takes in consideration the pattern that they form inside the mother cell when the spores are not yet fully liberated (Fig. 17).

TEM investigations have been completed on half-developed spines of the four species of *Treubaria*, wherein nearly the [redacted] observations could be made. The young spores do not possess [redacted] real cell wall (Fig. 18, 19). The cytochemical test for polysaccharides (THIÉRY, 1967) reveals only a thin contrasted line

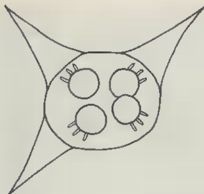
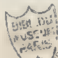


Fig. 17 : A schematic presentation of a rare observation made during a sporulation in *Treubaria schmidlei.* Even though the twelve short growing spines are asymmetrically positioned on each cell, they do show a symmetry together.

around the cytoplasm (Fig. 20 and controls, Fig. 21, 22) which certainly represents the young forming cell wall or even mucopolysaccharides. As revealed with phase-contrast, cytoplasm is found in the basal part of the growing spines and its surface takes a concave morphology in front of the distal empty part of the spine (Fig. 18-20, 23). A very peculiar structure, the «collar», is found at the bases of the young growing spines (Fig. 18-21, 24). The collar is a ring which surrounds the cytoplasm at the base of the spine. It is situated underneath the forming cell wall and it is not clear what its relationship with the plasmalemma is. It could be a thickening of the plasmalemma; however, its homogenous matrix seldom shows contrasted sub-structure (Fig. 24). The diameter of the collar expands with the diameter of the base of the spine. The collar is never found in fully developed spines. The cytoplasm which can be found in the spines is filled with numerous and diverse vesicles (Fig. 18, 19). Most of them are generally rounded (Fig. 18, 19, 22) and their content shows a very positive reaction to the test for polysaccharides (Fig. 20 and controls, Fig. 21, 22). These vesicles seem to bring their contents to the surface of the cytoplasm through the forming spines (Fig. 20) and they seem to originate from the Golgi (Fig. 20). Other types of vesicles, of other size or other shape, with nearly only peripheral staining (for polysaccharides) can be found in the cytoplasm of forming spines. Their significances is not yet clear. Lipid vesicles can also be found around (Fig. 20) or sometimes in the forming spines. Their positive reaction (to the test for polysaccharides) on their surface has already been mentioned by THIÉRY (1967). The fibrils which form the frame of the young growing spines are not very numerous or densely stained (Fig. 23,24) (in Fig. 18, they are negatively stained). Their origin cannot be elucidated easily but we think that they could be secreted, either at the level of the concave cytoplasm

Fig. 18-23 : *Treubaria setigera*. — Fig. 18 : Section through ■ young cell and one of its forming spines. Cytoplasm with numerous vesicles is partly filling the forming spine. A collar (arrows) surrounds the base of the spine. The top of the spine is hardly visible and negatively stained. — Fig. 19 : Detail of fig. 18. : Note the concave surface of the cytoplasm and the presence of numerous vesicles filled with slightly stained materials. The collar is shown by arrows. — Fig. 20 : Detail of a section through ■ young cell and one of its forming spines. The polysaccharides are stained (with silver proteinate). The cell border and some vesicles (curved arrows) of the forming spines are well stained when several densities of contrast can be observed in the vesicles (arrowheads) around the Golgi (G). These vesicles ■■ involved in the cell wall and the spines formation. Note the presence of lipidic vesicles (L) with stained periphery. The collar is shown by arrows. — Fig. 21-22 : Control section through a forming spine and vesicles (curved arrows). During silver proteinate staining procedure these sections have been treated with H_2O_2 instead of periodic acid. Polysaccharides can no longer react with silver proteinate. The cell border and the vesicles contents are not densely stained. The collar is shown by arrows (cf. with Fig. 20). — Fig. 23 : A forming spine stained with silver proteinate. The fibrils which form the spine seem to originate from the side (arrows) and from the top of the concave cytoplasm (arrowheads). — Fig. 24 : *Treubaria schmidlei*. Note the heterogeneity of the collar (arrow) and the fibrils which only can be observed along side and over it (arrowheads). The role of the collar in the spines formation is not yet clear.



(Fig. 23) or at the level of the collar (Fig. 24). The paucity of material at the right stage has hindered us from obtaining additional interesting results on this problem, with other methods (e. g., freeze-fracturing).

DISCUSSION

These investigations of the ultrastructure of *Treubaria* have shown that some of its morphological features are common to other green algae or Chlorococcales. Others may be specific for *Treubaria*.

The information concerning mitosis is incomplete. However we have found that the mitosis seems similar to that of Chlorococcales where, as in *Treubaria*, a phycoplast was observed, e. g., *Kirchneriella* (PICKETT-HEAPS, 1970), *Tetraedron* (PICKETT-HEAPS, 1972), *Sorastrum* (MARCHANT, 1974), *Scenedesmus* (PICKETT-HEAPS & STAEHELIN, 1975), *Coelastrum* (MARCHANT, 1977), *Nautococcus* (DEASON & O'KELLY, 1979). The presence of a perinuclear envelope of endoplasmic reticulum during mitosis is still hypothetical. As in *Kirchneriella* (PICKETT-HEAPS, 1970), pairs of centrioles with conventional morphology seem to appear only at prophase. Phycoplast centrioles look very rudimentary.

In contrast to other algae wherein phycoplast formation is followed closely by furrowing, cleavage and spore release, *Treubaria* can sometimes use another cycle in which the long delay in furrowing has some consequence. Taxonomically the result is that cells which undergo these changes in morphology were considered similar to *Echinosphaerella* G.M. Smith (1920). We consider that *E. limnetica* is in fact *Treubaria schmidlei* (Schröder) Fott & Kovacik (1975). This opinion is supported by many experiments with a large amount of field and culture grown material as well as by complete bibliographical research concerning *Treubaria* and the other genera of the family *Treubariaceae* (c. f. the last paragraph of Introduction). A few specific remarks can be made concerning *Treubaria crassispina*. We observed this species, which has never been culture-grown, only in fixed field samples wherein we never found any *Echinosphaerella*-like cell. However, *Echinosphaerella limnetica* drawn by UHERKOVICH (1976) from Amazonian material could represent *Treubaria crassispina* as mentioned in the Observations.

The ultrastructure of *Treubaria* reveals another characteristic of this genus : the intraplastidic pyrenoid is always penetrated by cytoplasmic invaginations. Although this characteristic also can be observed in many other algae, it was never found in the other members of the family Treubariaceae observed with TEM : *Pachycladella* (REYMOND & HEGEWALD, in preparation) and *Desmatractum* (REYMOND & KOUWETS, 1984). On one occasion, the cytoplasmic invagination in *Treubaria setigera* was found to be spherical, as in the Tetrasporales *Dicranochaete* observed by VAN DE WIEL & REYMOND (1983). However, if this detail is worth mentioning at all, it is in any case too early to

base taxonomical relationships on this feature alone.

Based on a light microscopic level test made with sulphuric acid, KORSIKOV (1953) supposed that the cell wall of *Treubaria* was composed of cellulose. However the real specificity of this test for cellulose is questionable. Our TEM investigations reveal that the cell wall, the spines and some specific vesicles show a positive reaction to the polysaccharide test of THIÉRY (1967). The true nature of the cell wall is very peculiar and does not show any layer as well differentiated as those of most Chlorococcales, e. g. *Nautococcus* (DEASON & SCHNEPF, 1977) or *Chlorella* (DEMPSEY et al., 1980). Some similarities with the fibrillar cell wall of *Oocystis* (SACHS et al., 1976) can be observed. However, the network of fibrils in *Treubaria* seems much more complicated and intricate, due to the presence of numerous spines. The origin of the fibrils in the cell wall of *Treubaria* is not yet clear. We suppose that the vesicles observed in the forming spines and the collar are involved in this procedure. This hypothesis, based on the fibrils' orientations and interdigitations does not exclude that other fibrils also could be secreted later elsewhere around protoplast. There are no similarities between the spines and the cell wall of *Treubaria* and the other members of the family Treubariaceae investigated with TEM, e. g. in *Desmatractum*, all the species possess a cell wall which is well differentiated from the spines, and the texture of the spines is not at all like that of *Treubaria* (REYMOND & KOUWETS, 1984); identical remarks can be made about *Pachycladella*, in which the cell wall is strong and spines tubular and weak (REYMOND & HEGEWALD, in preparation). Furthermore we think that no similarities to *Treubaria* can be found in the bristles or spikes shown in *Acanthosphaera*, *Micractinium*, *Pediastrum*, *Polyedriopsis*, *Scenedesmus*, *Siderocystopsis*, *Golenkinia* and *Echinosphaeridium* (all Chlorococcales) by SCHNEPF et al. (1980) and HEGEWALD & SCHNEPF (1984). The formation of spines or appendages is rarely investigated in algae, and when it is, the investigations never concern empty ones like those of *Treubaria*. To our knowledge, vesicles and collars, like those in *Treubaria* have never been found in the forming spines of other algae. This does not preclude that they could be found later in other species which bear empty conical spikes. In contrast to *Treubaria*, numerous microtubules were found in the forming processes of *Sorastrum* and *Pediastrum* wherein no retraction of cytoplasm can be observed (MARCHANT, 1974, 1979). It should also be mentioned as an historical note that BOURRELLY (1951) first observed cytoplasm in the growing spines of *Treubaria*. Unfortunately no other data concerning the life cycle of this alga were known and his accurate drawing remained without correct interpretation for a long time.

In conclusion, *Treubaria* seems to be notably different from other genera of Chlorococcales, and also from the other genera of the family Treubariaceae. According to all the authors who studied this family, it is an artificial assemblage.

ACKNOWLEDGEMENTS

I [redacted] grateful to Prof. J.D. PICKETT-HEAPS for his evaluation of the manuscript and his technical assistance during the main part of this work at the University of Colorado at Boulder. This research [redacted] supported in part by [redacted] grant from the Systematic Section of the National Science Foundation. I thank Prof. D. DROZ, Chairman of the Institute of Histology and Embryology at the University of Lausanne for his support. I thank also Anna ASKLUND of Göteborg for her helpful suggestions on the manuscript.

REFERENCES

ARCHER, W., 1872 — Notice of the genus *Tetrapedia* (Reinsch) and of two kindred new forms. *Quart. J. Microscop. Sci. N. S.* 12 : 351-366.

BERNARD, Ch., 1908 — *Protococcacées et Desmidiées d'eau douce, récoltées à Java.* Dép. Agric. aux Indes Néerlandaises, Batavia, 230 pp.

BOLD, H., 1942 — The cultivation of algae. *Bot. Rev.* 8 : 69-138.

BOURRELLY, P., 1951 — Notes sur quelques Chlorococcales. *Bull. Museum Paris* 2ème sér. 23 : 673-684.

BULLIVANT, S., 1973 — Freeze-etching and freeze-fracturing. *In : Advanced Techniques in Biological Electron Microscopy* (Ed. by J.K. Koehler). Springer-Verlag, Berlin, 67-112 pp.

DEASON, R.T. & O'KELLY, J., 1979 — Mitosis and cleavage during zoosporogenesis in several cocoid green algae. *J. Phycol.* 15 : 371-378.

DEASON, T.R. & SCHNEPF, E., 1977 — Fine structure of *Nautococcus mammilatus* (Chlorococcales, Chlorophyceae), a coccoid alga with tomentose cell walls. *J. Phycol.* 13 : 218-224.

DEMPSEY, G.P., LAWRENCE, D. & CASSIE, V., 1980 — The ultrastructure of *Chlorella minutissima* Fott et Nováková (Chlorophyceae, Chlorococcales). *Phycologia* 19 : 13-19.

FOTT, B. & KOVACIK, L., 1975 — Über die Gattung *Treubaria* (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Preslia* 47 : 305-316.

HEGEWALD, E. & SCHNEPF, E., 1984 — Zur Struktur und Taxonomie bestachelter Chlorellales (Micractiniaceae, Golenkiniaceae, *Siderocystopsis*). *Nova Hedwigia* 39 : 297-383.

HUBER-PESTALOZZI, G., 1983 — *Das Phytoplankton des Süsswassers.* Systematik und Biologie. Teil 7 (1). Chlorophyceae (Grünalgen) Ordung Chlorococcales. *In* : Die Binnengewässer (Ed. A. Thienemann), Stuttgart, 1044 pp.

KORSIKOV, O.A., 1953 — *Pidklas Protokokovi (Protococcineae), Vakuol'ni (Vacuolales) ta Protokokovi (Protococcales).* Viznacnik prisnovodnih vodorostej ukrains'koi RSR. 5. Ed. Ja. V. Rolla, Kiev, 439 pp.

MARCHANT, H.J., 1974 — Mitosis, cytokinesis, and colony formation in the green alga *Sorastrum. J. Phycol.* 10 : 107-120.

MARCHANT, H.J., 1977 — Cell division and colony formation in the green alga *Coelastrum* (Chlorococcales). *J. Phycol.* 13 : 102-110.

MARCHANT, H.J., 1979 — Microtubular determination of cell shape during colony formation by the alga *Pediastrum. Protoplasma* 98 : 1-14.

PICKETT-HEAPS, J.D., 1970 — Mitosis and autospore formation in the green alga *Kirch-*

neriella lunaris. *Protoplasma* 70 : 325-348.

PICKETT-HEAPS, J.D., 1972 — Cell division in *Tetraedron*. *Ann. Bot.* 36 : 693-701.

PICKETT-HEAPS, J.D. & STAEHELIN, L.A., 1975 — The ultrastructure of *Scenedesmus* (Chlorophyceae). II. Cell division and colony formation. *J. Phycol.* 11 : 186-202.

PICKETT-HEAPS, J.D., TIPPIT, D.H., & ANDREOZZI, J.A., 1978 — Cell division in the pennate Diatom *Pinnularia*. I. Early stages in mitosis. *Biol. Cellulaire* 33 : 71-78.

POCOCK, M.A., 1960 — *Hydrodictyon* : a comparative biological study. *J. S. Afr. Bot.* 26 : 187-319.

REYMOND O.L., 1979 — Connaissance actuelle du genre *Treubaria* (Chlorococcales). *Schweiz. Z. Hydrol.* 40 : 344-349.

REYMOND, O.L., 1980 — Contribution à l'étude de *Treubaria* Bernard (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Candollea* 35 : 37-70.

REYMOND, O.L. & CRONBERG, G., 1981 — Étude morphologique aux microscopes optique et électronique de *Bitrichia ollula* (Fott) Hollande (Chrysophyceae) et comparaison avec [redacted] algue verte *Treubaria* Bernard. *Saussurea* 12 : 79-90.

REYMOND, O.L. & JALANTI, T., 1976a — SEM of Unicellular Alga *Treubaria* : Simplified CDP-Apparatus Using Solid CO_2. *Experientia* 32 : 808.

REYMOND, O.L. & JALANTI, T., 1976b — Preparation for TEM and SEM and Short Description of the Cell Wall of *Treubaria* Algae. *Proc. Sixth. Eur. Elec. Microscop. Jerusalem* 2 : 483-485.

REYMOND, O.L. & KOUWETS, F.A.C., 1984 — Taxonomical and ultrastructural survey of the genus *Desmatractum* West & West (Chlorococcales). *In* : The systematics of the Green Algae (Ed. by D.E.G. Irvine & D. John). Academic Press, London and Orlando. Systematics Association Special Vol. 27 : 379-389.

REYMOND, O.L. & PICKETT-HEAPS, J.D., 1983 — A routine flat embedding method for electron microscopy of microorganisms allowing selection and precisely orientated sectioning of single cells by light microscopy. *J. Microscopy* 130 : 79-84.

SACHS, H., GRIMM, I. & ROBINSON, D.G., 1976 — Structure, synthesis and orientation of microfibrils. I. Architecture and development of the wall of *Ooscytis solitaria*. *Cytobiol.* 14 : 49-60.

SCHLÖSSER, U.G., 1984 — Sammlung von Algenkulturen Göttingen : Additions to the Collection since 1982. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 97 : 465-475.

SCHNEPF, E., DEICHGRÄBER, G., GLAAB, M. & HEGEWALD, E., 1980 — Bristles and spikes in Chlorococcales : Ultrastructural studies in *Acanthosphaera, Micractinium, Pediastrum, Polyedriopsis, Scenedesmus,* and *Siderocystopsis*. *J. Ultrastruct. Res.* 72 : 367-379.

SILVA, P.C., 1970 — Remarks on algal nomenclature 4. *Taxon* 19 : 941-945.

SMITH, G.M., 1920 — Phytoplankton of the inland lakes of Wisconsin. *Wisconsin Geol. Nat. Hist.* Survey 57, «Sci. Ser.» 12 : 1-243.

SMITH, G.M., 1926 — The plankton algae of the Okoboji Region. *Trans. Amer. Microscop. Soc.* 45 : 156-233.

SMITH, G.M., 1933 — *The Fresh-Water Algae of the United States.* MacGraw-Hill, N.Y., 716 pp.

THIÉRY, J.-P., 1967 — Mise en évidence des polysaccharides sur coupes fines en microscopie électronique. *J. Microscopie* 6 : 987-1018.

THIÉRY, J.P. & RAMBOURG, A., 1974 — Cytochimie des polysaccharides. *J. Microscopie* 21 : 225-232.

UHERKOVICH, G., 1976 — Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajos. *Amazoniana* 5 : 465-515.

VAN DE WIEL, C.C.M. & REYMOND, O.L., 1983 — Ultrastructure and taxonomic position of the green alga *Dicranochaete reniformis* Hieronimus. *Phycologia* 22 : 317-324.

WEST, W. & WEST, G.S., 1902 — A contribution to the freshwater algae of Ceylon. *Trans. Linn. Soc. London*, Ser. 2, 6 : 123-215.

NOTE SUR QUELQUES *MICRASTERIAS* AG. DU CAMEROUN (CHLOROPHYTA, ZYGOPHYCEAE, DESMIDIALES)

R. ATANGANA ÉTÉMÉ* et A. COUTÉ**

RÉSUMÉ. — Dans cette note, les auteurs présentent huit taxa différents du genre *Micrasterias* parmi lesquels une variété nouvelle, *M. americana* (Ehrbg.) Ralfs var. *africana* var. nov. Par ailleurs, ils proposent une comparaison des variétés de *M. apiculata* (Ehrbg.) Ralfs basée sur la découpure des hémisomates et l'ultrastructure de la paroi cellulaire.

SUMMARY. — In this paper the authors present eight different taxa of the genus *Micrasterias* including one new variety *M. americana* (Ehrbg.) Ralfs var. *africana* var. nov. In addition they propose a comparison of some varieties of *M. apiculata* based [redacted] the indentation of the semicells and the ultrastructure of the cell wall.

MOTS CLÉS : Algues, eau douce, *Micrasterias*, Cameroun.

La flore desmidiale est certainement l'une des mieux représentées parmi les algues dulçaquicoles camerounaises. Un mémoire de thèse soutenu par l'un de nous (ATANGANA ETEME, 1980) [redacted] permis, en effet, de dénombrer 97 espèces d'algues dont 65 Desmidiées pour la seule région de Yaoundé. Cette zone s'étend entre les coordonnées suivantes : 3°30' et 4°30' latitude nord d'une part, 11°00' et 11°40' longitude ouest d'autre part.

Avant ce travail, une seule espèce du genre *Micrasterias* était signalée au Cameroun. [redacted] s'agit de *M. mahabuleshwarensis* Hobs. récolté [redacted] lac Debundsha (GREEN et al., 1974). Pour notre part, nous avons inventorié huit autres espèces ou variétés différentes dont les descriptions sont données ci-dessous.

* Laboratoire de Biologie Végétale - Faculté des Sciences, B. P. 812 Yaoundé (Cameroun).

** Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue de Buffon, 75005 Paris, L. A. n° 257 (CNRS).

Micrasterias americana (Ehrbg.) Ralfs var. *americana*
(Pl. I, fig. 5)

Cette espèce a été récoltée le 12.03.1980 dans les mares résiduelles des bords de la Sanaga dans la région d'Olembé, à une soixantaine de kilomètres au nord de Yaoundé. L'échantillon comporte deux types de cellules :

– certaines d'entre elles correspondent à la forme décrite par BOURRELLY au Soudan (BOURRELLY, 1957). Ce sont des cellules mesurant en moyenne

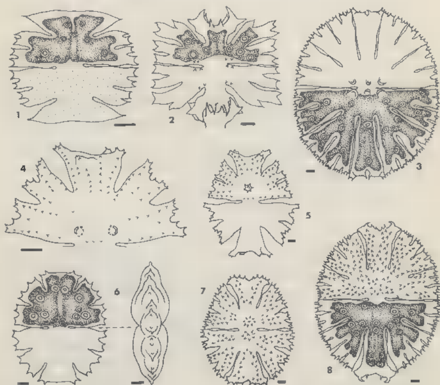


Planche I. — 1 : *Micrasterias truncata* var. *pusilla*. Vue d'ensemble d'une cellule avec, dans un hémisomate, le plaste et, dans l'autre, les ponctuations de la paroi. 2 : *M. foliacea* var. *ornata*. Vue d'ensemble d'une cellule avec le plaste dans un hémisomate et la jonction avec une cellule voisine. 3 : *M. thomasiana* var. *notata*. Vue d'ensemble d'une cellule avec, dans un hémisomate, le plaste. 4 : *M. americana* var. *africana* var. nov. Vue d'un hémisomate avec l'ornementation pariétale. 5 : *M. americana* var. *americana*. Vue d'ensemble d'une cellule. 6 : *M. crux-melitensis* var. *subabrupta*. Vues d'ensemble frontale et de profil d'une cellule; le plaste est figuré dans un hémisomate sur la vue frontale. 7 : *M. apiculata* var. *lacerata*. Vue d'ensemble d'une cellule. 8 : *M. apiculata* var. *stuhlmanii*. Vue d'ensemble d'une cellule avec, dans un hémisomate, le plaste.
Pour toutes les figures, les traits d'échelle représentent 10 µm.

135 µm de longueur sur 100 µm de largeur : le lobe polaire mesure 50 µm et l'isthme 20 µm. L'ornementation pariétale est celle de l'espèce type, à savoir des épines alignées en séries parallèles aux marges, un renflement orné d'une couronne d'épines au centre de l'hémisomate. De plus, les lobules apicaux sont petits (5 µm de longueur) et l'on note la présence de trois épines préisthmales;

— par contre, un certain nombre d'autres cellules du même échantillon ne correspondent pas du tout à cette description et nous en faisons provisoirement une variété nouvelle .

Micrasterias americana (Ehrbg.) Ralfs var. ***africana*** var. nov.
(Pl. I, fig. 4)

Cette nouvelle variété a des cellules de dimensions plus réduites que celles de l'espèce type (longueur : 96 à 100 µm; largeur : 40 µm; lobe polaire : 30 à 34 µm; isthme : 20 à 22 µm). Les lobules apicaux mesurent 4 à 5 µm de largeur. Les trois épines préisthmales sont présentes mais le renflement central caractéristique de l'espèce type est remplacé ici par deux verrues bien séparées situées plus près de l'isthme et terminées chacune par une évagination en forme de croissant et par quatre épines. Cette ornementation rappelle celle de *M. mahabuleshwarensis* var. *bengalica*.

Diagnose latine :

A typo minoribus dimensionibus (L : 96-100 µm; l : 40 µm; i : 20-22 µm; lobi polaris l : 30-34 µm) et absentia in medio semi-cellulae inflationis qua duabus verrucis cum quattuor spinis et externis oris lunatis substituta est, differt.

Iconotypus : tab. I, fig. 4.

In lacunis prope ripas Sanaga fluminis, propter Olembé, Cameroun 12.03.80.

Micrasterias apiculata (Ehrbg.) Ralfs var. *lacerata* Turn.
(Pl. I, fig. 7)

Les cellules de cette variété, de taille modeste, mesurent 160 µm de longueur sur 145 µm de largeur avec un isthme large de 25 µm. Le lobe polaire, capité à sa partie distale, mesure 68 µm de largeur. Il est orné d'épines toutes semblables, comme le sont d'ailleurs les autres lobes. En microscopie photonique, chaque cellule semble présenter une couronne d'épines à la partie centrale de l'hémisomate.

Cette variété a été récoltée de 15-06-1980 au filet à Koumou, dans une petite mare située à une centaine de mètres de la route Mbalmayo-Yaoundé du côté droit, à 26 km de Yaoundé. Elle est associée à un autre *Micrasterias* :

Micrasterias apiculata var. ***stuhlmanii*** (Hieron.) Bourrel.
(Pl. I, fig. 8)

Chez cette variété récoltée le 15-06-80 à Koumou, dans la même mare que *M. apiculata* var. *lacerata*, la cellule mesure 230 µm de longueur sur 175 µm de largeur. L'isthme atteint 20 µm. Le lobe polaire allongé et capité présente de

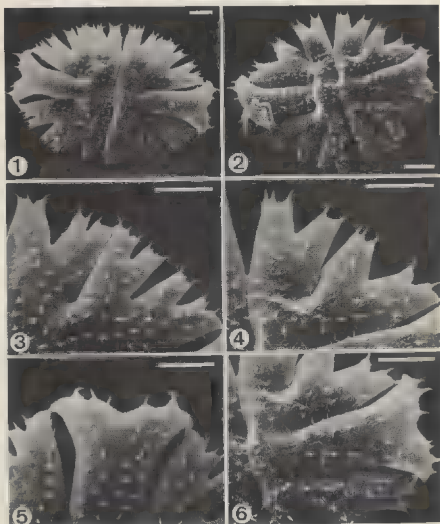


Planche II. — à gauche : *Micrasterias apiculata* var. *stuhlmanii* (photos 1, 3 et 5); à droite : *M. apiculata* var. *lacerata* (photos 2, 4 et 6). — 1 et 2 : cellules entières. 3 et 4 : détails du contour de l'hémisomate. 5 et 6 : détails du lobe apical.
Pour toutes les figures, les traits d'échelle représentent 20 μm.

vigoureuses épines dont deux sont nettement crochues. Ce lobe est large de 65 μm. La paroi cellulaire est entièrement et régulièrement couverte d'épines. De plus, les dents des appendices semblent plus pointues ici. Le plaste est massif et présente seize pyrénoïdes par hémisomate.

Les photographies réalisées au microscope électronique à balayage permettent de mieux distinguer ces deux variétés (planche II). Ainsi, hormis les valeurs biométriques des cellules signalées plus haut, on note plus clairement une première différence au niveau de la découpure des hémisomates. Dans la variété *lacerata*, il y a un seul sillon bien profond à la marge de chaque hémisomate, ce qui détermine sur chaque côté deux lobes principaux et quatre lobules; on observe, par contre, deux profonds sillons dont trois lobes et six lobules dans le cas de la variété *stuhlmanii* (planche II, fig. 3 et 4). Par ailleurs, dans la variété *lacerata*, les épines apicales crochues de la variété *stuhlmanii* ne semblent pas bien individualisées. Elles paraissent même droites.

Enfin, chez *M. apiculata* var. *stuhlmanii*, il y a des rangées doubles d'épines sur le lobe apical alors que chez la variété *lacerata* elles sont simples.

Micrasterias crux-melitensis (Ehrbg.) Ralfs var. *subabrupta* Borge (Pl. I, fig. 6)

Cette espèce d'assez grande taille a été récoltée le 03-07-1980 dans un biotope subaérien. Il s'agit du bord de la vanne d'écoulement d'eau du lac de retenue de la Méfou à Yaoundé. Elle vit sur le sol humide, enrobée dans une masse de Cyanophycées recouvertes par une flore phanérogamique faite de Cypéracées. Mais elle n'est pas la seule desmidiacée présente dans ce biotope. On y trouve, en effet, également *Cosmarium margaritatum* Wolle var. *quadrum* Krieg. Toutefois, contrairement à cette dernière espèce qui se retrouve aussi dans le plancton du lac voisin, ce *Micrasterias* n'a jamais été trouvé dans le lac. Ce n'est certainement pas une espèce planctonique.

Les cellules, longues de 115 à 136 µm sur 95 à 114 µm de largeur, montrent un isthme étroit, large de 15 à 22 µm. Le lobe apical mesure 44 à 52 µm de largeur. Chaque hémisomate a grossièrement la forme d'un trapèze isocèle. Les découpures latérales sont peu prononcées. Les appendices présentent des épines arrondies. En vue frontale, on observe, par hémisomate, un plaste massif muni d'une douzaine de pyrénoïdes polypyramidaux et inégaux. L'épaisseur de la cellule au niveau de l'apex est de 34 à 36 µm alors qu'au centre de l'hémisomate, en vue de profil, elle est de 39 à 42 µm.

Par son allure générale, notre spécimen se rapproche de *Micrasterias abrupta* West et West. Mais cette dernière espèce a des dimensions nettement plus réduites que celles mentionnées ci-dessus. Par ailleurs, chez *M. abrupta*, les épines marginales sont pointues.

Nos cellules font aussi penser à *M. radians* Turn., mais elles sont moins sveltes que celles de cette dernière espèce à cause des découpures latérales peu marquées et du sinus médian pratiquement fermé. Signalons enfin que cette variété n'a été mentionnée nulle part ailleurs qu'au Brésil jusqu'à présent.

Micrasterias foliacea Bail. var. *ornata* Nordst. (Pl. I, fig. 2)

Cette algue planctonique récoltée le 09-03-79 dans le lac de retenue de la

Méfou, [redacted] trouve soit sous forme de cellules isolées, soit sous forme de chaînes cellulaires de longueur variable. Les cellules sont longues de 68 à 70 µm et larges de 75 à 80 µm. Chaque hémisomate montre, en vue frontale, un plaste muni de huit à dix pyrénoïdes. L'ornementation de la paroi de l'hémisomate est caractérisée par quatre paires de petites épines marginales caractéristiques de la variété *ornata* : deux épines sont situées au voisinage de la découpure antapicale et les deux autres proches de l'isthme.

Micrasterias thomasiana Archer var. ***notata*** Nordst.
(Pl. I, fig. 3)

Comme les deux variétés de *Micrasterias apiculata* décrites ici, ce taxon a été récolté dans la petite mare de Koumou le 15-06-1980. La cellule subcirculaire, de grande taille, mesure 248 µm de longueur sur 204 µm de largeur. L'isthme est large de 25 µm. Le lobe polaire est très allongé (76 µm de longueur sur 50 µm de largeur). En vue frontale, on remarque trois grosses verrues préisthmales de forme arrondie. Le plaste comporte une vingtaine de pyrénoïdes par hémisomate.

Micrasterias truncata (Corda) Bréb. ex Ralfs var. ***pusilla*** G.S. West
(Pl. I, fig. 1)

Cette algue planctonique a été récoltée le 12-02-1979 dans l'étang de retenue de la Méfou. Dans notre échantillon, on observe certaines cellules libres tandis que d'autres, associées par l'apex, forment de longues chaînes. Les cellules mesurent de 52 à 55 µm de longueur sur 55 à 64 µm de largeur. Le lobe polaire est large de 50 µm. L'isthme, très étroit, mesure de 10 à 12 µm de largeur. L'hémisomate, en vue frontale, montre un plaste muni de dix pyrénoïdes. La paroi cellulaire est entièrement percée de petits pores.

CONCLUSION

Compte tenu de la faible étendue de la région prospectée, on peut dire que le genre *Micrasterias* est largement représenté au Cameroun. Par ailleurs, hormis *M. americana* qui est cosmopolite, toutes les autres espèces ou variétés décrites ici constituent des taxa essentiellement tropicaux, ce qui concorde bien avec la situation géographique des milieux prospectés.

En ce qui concerne l'ultrastructure de la paroi cellulaire des *Micrasterias apiculata*, nous pensons que la présence d'une couronne d'épines au centre de l'hémisomate, signalée par les précédents auteurs, ne constitue pas un caractère constant et ne devrait pas être exploitée comme un critère de distinction (Pl. II, fig. 4 et 9). On pourra plutôt privilégier la taille des cellules, les découpures marginales des hémisomates, la forme des épines apicales et la disposition des épines sur les lobes apicaux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ATANGANA ÉTÉMÉ, R., 1980 — Contribution à l'étude des algues d'eau douce du Cameroun : la Florule de la région de Yaoundé (Diatomées exclues). Mém. Thèse, Univ. Yaoundé, 100 p.

BOURRELLY, P., 1957 — Algues d'eau douce du Soudan Français, région du Macina (A.O.F.). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, 3e sér., n° 227 Bot. 21 : 73-76.

GREEN, J. et coll., 1974 — Ecological studies on crater lakes in West Cameroon, Debundshalake. *J. Zool. Lond.* , 173 : 199-223.

ALGAS DE AGUA DULCE DE LA ARGENTINA NUEVAS O INTERESANTES PARA EL HEMISFERIO SUR

G. TELL y C. VELEZ*

RÉSUMÉ. — Dans ce travail sont étudiées quelques algues d'eau douce du nord-est de l'Argentine. Douze espèces et une nouvelle variété (*Characiopsis armata* var. *sociabilis* nov. var., *Tribophyceae*) sont présentées. Toutes les espèces n'ont été que rarement signalées et n'étaient connues jusqu'ici que de l'Hémisphère Nord. Pour *Chlorophysema ampliata* et pour *Chlorolobion obtusum (Euchlorophyceae)* seule la station originale était connue.

SUMMARY. — This paper deals with some freshwater algae from NE Argentina. Twelve species and a new variety (*Characiopsis armata* var. *sociabilis* nov. var., *Tribophyceae*) are described. All the species in question have been previously recorded in the Northern Hemisphere solely, while of *Chlorophysema ampliata* and *Chlorolobion obtusum (Euchlorophyceae)* up to date only the original description was known.

MOTS CLÉS : Algues, eau douce, systématique, Argentine.

Al realizar recientemente una recolección de algas de agua dulce en el Parque Nacional 'El Palmar' (provincia de Entre Ríos), región de la Argentina aún inexplorada ficológicamente, hemos hallado algunas Euchlorophyceae y Tribophyceae que, por parecernos interesantes, reunimos en esta nota. Las doce especies citadas en este trabajo sólo se conocen para el hemisferio norte, siendo éste el primer registro para el hemisferio sur; de *Chlorophysema ampliata* Skuja y *Chlorolobion obtusum* Korsch. (Euchlorophyceae), sólo [redacted] conoce la cita original. Proponemos, además, una nueva variedad, *Characiopsis armata* var. *sociabilis* (Tribophyceae).

Clase Euchlorophyceae
Orden Tetrasporales
Fam. Chlorangiellaceae

Chlorophysema ampliata Skuja (Fig. 1)

Vainas obovoides, homogéneas, densas y coloreadas de pardo amarillento, 25 μm long. x 19 μm diám., adheridas perpendicularmente al sustrato por un pie

* Dpto Cs. Biológicas, Fac. Cs. Exactas y Naturales, 1428 Buenos Aires, Argentina.

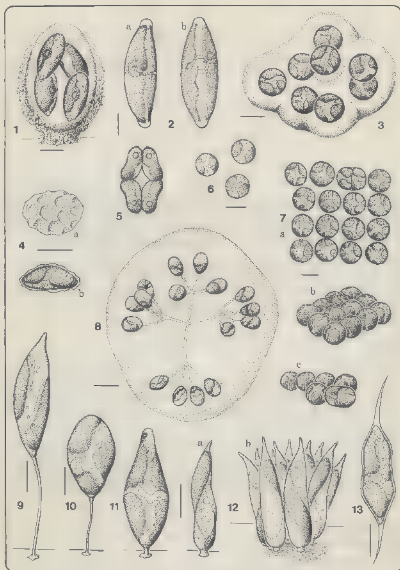


Fig. 1 : *Chlorophysema ampliata.* 2a, b : *Chlorolobion obtusum.* 3 : *Gloeobotrys chlorinus* 4a, b : *Chlorogibba trochisciaeformis.* 5 : *Crucigeniella pulchra.* 6 : *Chloridella cysti formis.* 7a, b, c : *Lutherella globulosa.* 8 : *Dictyosphaerium elegans.* 9 : *Characiopsi longipes.* 10 : *Ch. pyriformis.* 11 : *Ch. lageniformis.* 12a, b : *Ch. armata* var. *sociabili* nov. var. 13 : *Centritractus belenophorus.*

En todas las figuras las escalas equivalen a 5 μm.

bien diferenciado. Células hijas en número de cuatro, reunidas en la parte central de la vaina, elipsoidales, provistas de una pequeña papila en su extremo anterior y más redondeadas en el posterior, 13 µm long. x 6,5 µm diám. Cloroplasto único en forma de lámina parietal, con un pirenoide bien conspicuo de posición ecuatorial.

Material estudiado : Entre Ríos, Parque Nacional 'El Palmar', 11.XI.82. Temperatura del agua 27°C, pH 5.

Distribución geografica : Suecia, Argentina.

Orden Chlorococcales
Fam. Dictyosphaeriaceae

Dictyosphaerium elegans Bachmann (Fig. 8)

Colonias de vida libre, con las células dispuestas en el extremo de largos y delgados apéndices mucilaginosos, hasta veinte por colonia. Células adultas obovoides, adheridas por el extremo atenuado, 4 µm long. x 2,5-3 µm diám. (5-5,5 x 2,5-3 µm *sec.* KOMAREK, 1978). Cloroplasto único, laminar, de posición basal, sin pirenoide.

Material estudiado : Entre Ríos, charco en el Parque Nacional 'El Palmar', 12.XI.82. Temperatura del agua 26°C, pH 6.

Distribución geografica : Checoslovaquia, Luxemburgo, España, Suecia, Argentina.

Fam. Oocystaceae

Chlorolobion Korsch.

HEYNIG y KRIENITZ (1982), discutieron el valor sistemático de ciertos caracteres utilizados en la taxonomía de *Chlorolobion* y algunos géneros relacionados. Según los argumentos expuestos por estos autores, *Chlorolobion* sería válido, temperamento con el que concordamos.

Chlorolobion obtusum Korsch. (Fig. 2a, b)

Células solitarias, simétricas según el eje longitudinal en vista frontal y en vista lateral de aspecto 'cimbeloide', asimétricas según ese eje, con un márgen fuertemente más convexo que el otro. Extremos capitados, redondeados. El cloroplasto es parietal, bien desarrollado, escotado en la porción media, con uno o, más raramente, dos pirenoides.

El único hallazgo de esta especie anterior al nuestro fue el de KORSCHIKOFF (1953), quien encontró, al igual que nosotros, los ejemplares epizoicos sobre la cutícula de artrópodos acuáticos, sin pie de fijación. Las dimensiones de nuestros ejemplares (12-33 x 6-10 µm) coinciden con las dadas por KORSCHIKOFF (loc. cit.).

Material estudiado : Entre Ríos, charco en el Parque Nacional 'El Palmar', 12.XI.82. Temperatura del agua 26°C, pH 6.

Distribucion geografica : Ucrania, Argentina.

Fam. Scenedesmaceae

Crucigeniella pulchra (West et West) Komarék (Fig. 5)

Cenobios compuestos por 4-64 células dispuestas en cruz. Células arqueadas, con el lado cóncavo hacia afuera, 8 µm long. x 4,5 µm diám., provistas de un espesamiento apical.

Material estudiado : Entre Ríos, terrenos de inundación del río Uruguay en el Parque Nacional 'El Palmar', 11.XI.83. Temperatura del agua 20°C, pH 6.

Distribución geografica : Hemisferio norte, Argentina.

Clase Tribophyceae
Orden Mischococcales
Fam. Characiopsidaceae

Characiopsis armata Ettl var. *sociabilis* nov. var. (Fig. 12a, b)

Células lanceoladas, rectas o algo curvadas en forma de S, con el extremo apical aguzado. La base, redondeada, se fija al sustrato por un breve pie de fijación, bien diferenciado. Cromatóforo único, delgado, en forma de banda parietal, de disposición levemente espiralada, pudiendo alcanzar hasta algo más de una vuelta de la circunferencia celular. Pared celular delgada. Gotas de lípidos siempre presentes. Las células pueden ser solitarias o, más frecuentemente, estar agrupadas en paquetes de 12 o más individuos. Dimensiones : 16-19 µm long. x 3-4 µm diám.; pie 1-1,5 µm. Nuestra nueva variedad se diferencia de la especie por ser de mayor tamaño (8-11 µm x 2-3,5 µm en *Ch. armata* var. *armata*), por tener la base de las células más redondeadas, y por la posición del único cromatóforo, lámina parietal derecha según el eje longitudinal de la célula en *Ch. armata* var. *armata*, y torcido en espiral en *Ch. armata* var. *sociabilis*. Por la forma de las células la nueva variedad se aproximaría a *Ch. subulata* (A. Braun) Pascher, del que se diferencia por poseer sólo un cromatóforo.

Material estudiado : Entre Ríos, charco en el Parque Nacional 'El Palmar'. Temperatura del agua 27°C, pH menor 5,5. Sobre restos de *Potamogeton* sp.

Varietas ab typo differt magnitudine maiore, cellula ad basin plus rotundata, ac chromatophoro singulare parietale spirae formante. Long. sine pede : 16-19 µm; lat. : 3-4 µm; pes. : 1-1,5 µm.

Iconotypus : figura nostra 12 a, b.
In regionis Entre Ríos, Argentina, 11.XI.82.

Characiopsis lageniformis Pascher (Fig. 11)

Células largamente claviformes, con el extremo apical redondeado y el basal terminando en un breve pie de fijación. Cromatóforos parietales, grandes, en número de dos, uno anterior y el otro posterior. Dimensiones de la célula sin el pie 19-20 µm long. x 14-15 µm diám. (20-22 ■ 7-11 µm *sec.* ETTL, 1978); long. pie 2 µm. Nuestros ejemplares son ligeramente más anchos que los señalados por ETTL (loc. cit).

Material estudiado : Entre Ríos, en charcos del Parque Nacional 'El Palmar', 12.XI.82. Temperatura del agua 27°C, pH 5. Sobre *Tribonema vulgare*.

Distribucion geografica : Polonia, U.R.S.S., Checoslovaquia, Argentina.

Characiopsis longipes (Rabenh.) Borzi (Fig. 9)

Células fusiformes a lanceoladas, en general ligeramente inclinadas, sujetas al sustrato por un largo pie de fijación que remata en un disco basal de bordes irregulares. Cromatóforos laminares, parietales, en nuestros ejemplares siempre en número de dos. Dimensiones : longitud de la célula sin el pie 19 µm, diám. 5 µm, pie 11 µm (40-50 x 5-7 µm *sec*. ETTL, 1978). Nuestros ejemplares, que alcanzan un total de 40 µm de longitud, son algo más cortos que los señalados por ETTL (loc. cit.).

Material estudiado : Entre Ríos, charcos en el Parque Nacional 'El Palmar', 12.XI.82. Temperatura del agua 27°C, pH 5. Sobre filamentos de *Oedogonium sp*.

Distribución geografica : Italia, Alemania, Checoslovaquia, E.E.U.U., Siberia, Polonia, Noruega, Argentina.

Characiopsis pyriformis (A. Braun) Borzi var. *pyriformis* (Fig. 10)

Células anchamente elipsoidales, 15 µm long. x 10 µm diám. (12-24 = 10-14 µm *sec*. ETTL, 1978), fijas al sustrato por un pie de aproximadamente la misma longitud que la célula, 12 µm. El pie remata en un botón basal discoide que lo adhiere al sustrato. Cromatóforos en número de 2-5; 3 en la mayoría de los casos. Epífita sobre restos vegetales.

Material estudiado : Entre Ríos, en dos charcos en el Parque Nacional 'El Palmar'. Temperatura del agua 26 y 27°C, pH 5 y 6 respectivamente.

Distribución geografica : Italia, Alemania, Noruega, Polonia, U.R.S.S., Argentina.

Fam. Chlorobotrydaceae

Gloeobotrys chlorinus Pascher (Fig. 3)

Células esféricas, distribuidas irregularmente dentro de un mucílago hialino y homogéneo, globuloso. Cromatóforos 2-4, discoides, de posición parietal. Diametro celular : 5,7-6,4 µm (4-5 µm *sec*. ETTL, 1978). Según ETTL (loc. cit.), la diferencia entre *G. chlorinus* Pascher y *G. bichlorus* Ettl se basa en que, mientras la primera especie tiene hasta cuatro cromatóforos y 5-6 µm diám., la segunda posee sólo dos cromatóforos y un diámetro que oscila entre 6-7 µm. Nuestros ejemplares tendrían, en cierta forma, características intermedias entre ambas. Al considerar el número de cromatóforos más importante que el tamaño, nos vemos inducidos a identificar nuestros ejemplares como *G. chlorinus*. Dado que las fronteras que separan a estas especies se debilitan con el hallazgo de nuestros ejemplares, probablemente un estudio más profundo nos conduzca a la conclusión de que sólo se trata de sinónimos. Por otra parte RINO (1972), señaló para Mozambique una nueva variedad, *G. chlorinus* var. *maior*, con células que alcanzan diámetros entre 7-10 µm.

Material estudiado : Entre Ríos, charco en el Parque Nacional 'El Palmar', 11.XI.82. Temperatura del agua 27°C, pH 5.

Distribucion geografica : Checoslovaquia, Polonia, Asia, Argentina.

Fam. Chloropediaceae

Lutherella globulosa Pascher (Fig. 7 a, b, c)

Células epífitas, esféricas, en grupos de hasta 16, más raramente solitarias, 5-6,5 µm (5-6 µm *sec.* ETTL, 1978) diám. PASCHER (1939) señala para esta especie sólo un cromatóforo, más raramente dos o más. Por el contrario, en nuestros ejemplares todas las células presentaban 4 cromatóforos parietales y laminares.

Material estudiado : Entre Ríos, charco en el Parque Nacional 'El Palmar', 12.XI.82. Temperatura del agua 27°C, pH 5.

Distribución geografica : Alemania, Austria, Checoslovaquia, Argentina.

Fam. Pleurochloridaceae

Chloridella cystiformis Pascher (Fig. 6)

Células esféricas o esferoidales, provistas de 2-3 cromatóforos discoides parietales. Pared celular delgada. Células 5-6 µm (5-7 µm *sec.* ETTL, 1978).

Material estudiado : Entre Ríos, charco en el parque Nacional 'El Palmar', 12.XI.82. Temperatura del agua 27°C, pH 5.

Distribución geografica : Checoslovaquia, Polonia, Argentina.

Chlorogibba trochisciaeformis Geitler (Fig. 4 a, b)

Células irregularmente poligonales en vista dorsal o frontal, aplanadas en vista lateral, con un lado casi recto y el otro fuertemente convexo. Pared celular con depresiones circulares a poligonales, que dejan crestas sobresalientes entre ellas. Dimensiones celulares : 8 µm x 6 µm (7-9 µm *sec.* ETTL, 1978).

Material estudiado : Entre Ríos, dos charcos en el Parque Nacional 'El Palmar', 11.XI.82. Temperatura del agua 26 y 27°C, pH 5 y 6 respectivamente.

Distribución geografica : Austria, Checoslovaquia, E.E.U.U., Argentina.

Fam. Sciadiaceae

Centritractus belenophorus Lemm. (Fig. 13)

Células varias veces más largas que anchas, rectas o algo torcidas, aproximadamente cilíndricas, con los extremos aguzados hasta terminar en una larga y delgada seda; márgenes celulares ligeramente cóncavos. Dimensiones celulares : células sin sedas 13-17 µm long. x 5-6 µm diám.; sedas hasta 12 µm long. (16-40 x 8-15 µm, sedas 15-30 µm *sec.* ETTL, 1978).

Material estudiado : Entre Ríos, charco en el Parque Nacional 'El Palmar', 12.XI.82. Temperatura del agua 26°C, pH 6.

Distribucion geografica : Europa, Argentina.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Prof. P. Bourrelly por su amable colaboración en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

ETTL, H., 1978 – Xanthophyceae, *in* PASCHER Süsswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York, 530 p.

HEYNIG, H. y KRIENITZ, L., 1982 – *Monoraphidium neglectum* nov. sp. sowie einige Bemerkungen zu den Gattungen *Monoraphidium*, *Chlorolobion* und *Keratococcus* (Chlorococcales). *Arch. Protistenk.* 125 : 335-344.

KOMAREK, J. y PERMAN, J., 1978 – Review of the genus *Dictyosphaerium* (Chlorococcales). *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 51, Algol. Stud. 20 : 233-297.

KORSCHIKOFF, A., 1953 – Viznacnik prisnovodnich vodorostej URSR. V. Protococcineae. Kijev, 439 p.

PASCHER, A., 1939 – Heterokonten, *in* Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und Schweiz, Dr. L. Rabenhorst. AK. Verlagsgesellschaft, XI, 1092 p.

RINO, J.A., 1972 – Contribuiçao para o conhecimento das algas de água doce de Moçambique. III *Rev. Sci. Biol., sér. A*, 5 : 121-264.



Dépôt légal n° 12456 - Imprimerie de Montligeon
Sorti des presses le 1er juillet 1985

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Les auteurs sont priés d'envoyer des manuscrits dactylographiés, définitifs, en double exemplaire, sans autres indications typographiques que celles précisées dans ces recommandations.

La revue *Cryptogamie : Algologie* étant imprimée par procédé offset, les épreuves ne sont pas communiquées aux auteurs et aucun remaniement de manuscrit ne peut être accepté.

Les manuscrits seront dactylographiés en double interligne, sans corrections ni surcharges, exclusivement au recto, et présentés sous la forme suivante :

1 - Le titre en capitales, avec sa traduction en anglais.

2 - Le nom de l'auteur précédé de l'initiale du prénom et suivi de * indiquant le renvoi de l'adresse au bas de la page.

3 - 2 résumés, un dans la langue de l'article et le deuxième dans une des langues couramment utilisées dans les revues internationales.

4 - **Le Texte** : les titres des chapitres et des sous-chapitres ne seront ni soulignés ni en capitales, et les subdivisions précisées par des chiffres ou des lettres (en évitant les numéros tels que : I; I. 1; I. 1. 1...).

- Les mots qui doivent être en italique, en particulier les noms latins, seront soulignés d'un trait droit.

- Les références bibliographiques doivent être indiquées par le nom de ou des auteurs en capitales, non soulignées, suivi de la date de parution de l'ouvrage cité.

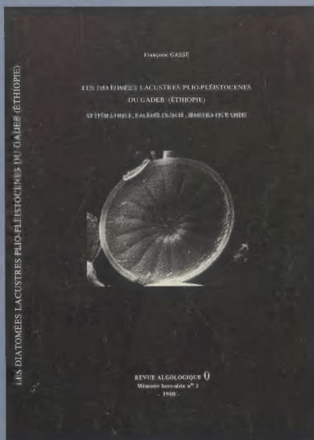
- Les renvois aux figures, aux tableaux et aux planches, doivent mentionner dans le texte le numéro de la figure, du tableau ou de la planche correspondante.

- Les sigles, abréviations et citations devront rester homogènes tout au long de l'article.

5 - **La Bibliographie** : elle est présentée à la suite du texte. Les travaux suivront l'ordre alphabétique et, pour un même auteur, l'ordre chronologique. Le nom et l'initiale du prénom de l'auteur, en majuscules, seront suivi du titre de l'article et de la référence de cet article suivant le modèle adopté par la revue *Cryptogamie : Algologie*.

6 - **Les légendes des Figures** : elles devront être dissociées des figures et regroupées à la fin du manuscrit.

7 - **Les Figures** : elles seront fournies sur des feuilles séparées du texte. L'échelle sera indiquée sur la figure. La justification maximale des planches est de 11,5 x 18 cm; les auteurs feront leur possible pour éviter une réduction trop importante de celles-ci.



LES DIATOMEES LACUSTRES PLIO-PLEISTOCENES

DU GADEB (ETHIOPIE)

SYSTEMATIQUE, PALEOECOLOGIE, BIOSTRATIGRAPHIE

par Françoise GASSE

Mémoire H.S. n° 3, *Revue Algologique*, 256 p., 54 pl.

Prix : 300 F

Règlement :

- par virement postal à l'ordre de *Cryptogamie - Revue Algologique*,
- par chèque bancaire établi au même ordre.

adressé à : *Cryptogamie - Algologie*, 12, rue de Buffon, 75005 Paris.

C.C.P. : Paris 14 522 31 T